Устройство и ремонт электропоездов метрополитена

ИЗДАТЕЛЬСТВО · ТРАНСПОРТ ·

Устройство и ремонт электропоездов метрополитена

(МЕХАНИЧЕСКОЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ)

Под редакцией Э. А. Сементовского

Допущено
Государственным комитетом СССР
по народному образованию
в качестве учебника
для профессионально-технических училищ

МОСКВА «ТРАНСПОРТ» 1991

scan: The Stainless Steel Cat

УДК 629.432(075.32)

Устройство и ремонт электропоездов метрополитена: Учебник для ПТУ/Э. А. Сементовский, А. А. Богданов, В. С. Гусев, Ю. Я. Могильнер; Под ред. Э. А. Сементовского.— М.: Транспорт, 1991.— 335 с.

Даны сведения об электрической тяге, устройстве электропоездов, их механическом и электрическом оборудовании. Изложены вопросы оргаизации технического обслуживания и ремонта электропоездов метрополитена. Описана технология ремонта механического и электрического оборудования.

Для учащихся профессионально-технических училищ. Может быть использован при профессиональном обучении рабочих на производстве.

Ил. 185, табл. 20, библиогр. 11 назв.

Книгу написали: *Сементовский Э. А.*— введение, глава 1, § 4, 12 главы 2, глава 4, § 23, 26, 27 главы 5; *Богданов А. А.*— § 14—18 главы 3, глава 7; *Гусев В. С.*—§ 3, 5—11 главы 2, § 24, 25 главы 5; *Могильнер Ю. Я.*—§ 13 главы 3, глава 6.

Рецензенты Е. П. Гондаревский, В. А. Царицын

Заведующий редакцией В. К. Тихонычева

Редактор Т. В. Шерстина

У $\frac{3204000000\text{-}033}{049(01)\text{-}91}$ 175-90

ISBN 5-277-00924-8

© Коллектив авторов, 1991

ПРЕДИСЛОВИЕ

Метрополитен — вид транспорта, роль которого в пассажирских перевозках города трудно переоценить.

Подвижной состав метрополитена работает в очень сложных условиях (высокая частота движения, повышенная загрузка в часы утренней и вечерней работы, в так называемые часы «пик», особенности эксплуатации, вызванные работой под землей), что требует обеспечения его повышенного уровня надежности.

Надежность подвижного состава метрополитена, как и всякой продукции машиностроения, закладывается при его проектировании и расчетах, обеспечивается при изготовлении и поддерживается в эксплуатации. При проектировании надежность зависит от конструктивных решений узлов и деталей, выбранных материалов, смазочной системы, приспособленности к ремонту и других факторов. В процессе изготовления надежность обеспечивают высокое качество каждого элемента и сборки узлов, принятые методы контроля и испытаний готовой продукции. При эксплуатации подвижного состава осуществляют поддержание заложенного уровня надежности. Для обеспечения надежности подвижного состава в эксплуатации разработана система технического обслуживания и ремонта.

Постоянно повышаются требования к технико-экономическим, комфортным, экономическим характеристикам вагона. Это вызывает необходимость совершенствования как конструкции вагона, так и методов технического обслуживания. В перспективных моделях вагонов метрополитена применяют выполненные на современном уровне узлы, электрические цепи, расширяют области применения систем автоматического ведения поезда.

Это требует от обслуживающего персонала постоянного повышения уровня знаний в области как конструкции вагона, так и системы организации и технологии ремонта.

В настоящем учебнике дано описание устройства механического и электрического оборудования вагонов, которые эксплуатируют на метрополитенах, а также приведены основные характеристики перспективных вагонов или отдельных узлов и агрегатов.

При описании механического оборудования уделено внимание материалам и методам изготовления отдельных наиболее ответственных деталей.

В главах по электрическому оборудованию подробно рассмотрены вопросы взаимодействия аппаратуры при ходовом и тормозном режимах движения.

В книге приведены объемы и технологические процессы обслуживания и ремонта подвижного состава, которые применяют на передовых предприятиях метрополитенов страны.

Обслуживание и ремонт изложены в последовательности, соответствующей принятой в СССР планово-предупредительной системе в пределах цикла от начала эксплуатации до капитального ремонта второго объема: техническое обслуживание (ТО), текущий ремонт (ТР), капитальный ремонт (КР).

Глава 1

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТЯГЕ И МЕТРОПОЛИТЕНАХ

§ 1. Электрическая тяга

Идея использования электрического тока как средства тяги возникла в 30—40-х годах прошлого века, однако ее реализация стала возможной только в конце того же столетия.

Одиим из первых практических воплощений этой идеи стал трамвай — вид городского электрического транспорта. Причиной его создания было стремление иметь более комфортабельный рельсовый городской транспорт, обеспечивающий движение с более высокими скоростями чем коика (вагои, движущийся по рельсовой колее и приводимый в движение кониой тягой). Кроме того, применение для тяги паровых двигателей в условиях города сопряжено с большими трудностями. По этим причииам выбор был сделан в пользу электрической тяги.

Прототипом трамвая можно считать предложениый русским изобретателем Ф. А. Пироцким рельсовый экипаж, на котором устаиовлен электродвигатель. В 1880 г. Пироцкий построил и испытал вагон с подвешениым к нему двигателем постояиного тока.

В период буриого развития капитализма резко возросло население в промышленных городах; в связи с этим начиная с 80-х годов прошлого века трамвайное сообщение получило быстрое распространеиие во многих страиах Европы и Америки и в начале нашего столетия трамвай стал главным городским средством передвижения пассажиров. Регулярная эксплуатация трамвая в России началась в 90-е годы XIX века (в 1892 г.— в Киеве, в 1896 г.— Нижнем Новгороде и в 1899 г.— в Москве).

Вагоны трамвая получают электроэиергию от контактного провода и передвигаются по рельсовому пути. Возможно формирование трамвайного поезда, состоящего из нескольких вагонов. Питаиие трамвай получает с помощью контактного провода от тяговой подстанции, на которой перемеииый ток напряжеиием 6—10 кВ преобразуется в постоянный напряжением 500—700 В.

С середины нашего века наряду с трамваем во миоги страиах мира получил широкое распростраиение троллейбус — вид безрельсового наземного городского траиспорта, электроэнергия на который подается также по контактной сети. Токосъем с последией обеспечивает токоприемник, состоящий из двух укрепленных на крыше троллейбуса штанг с роликами на концах, которые скользят по проводам.

Работы по создаиию троллейбуса проводились в Германии уже в начале 80-х годов XIX века. При конструктивиой разработке троллейбуса наиболее трудиой технической задачей оказалось обеспечение надежного токосъема с контактной сети. Решеиие ее стало возможным только с применением асфальтовых дорожных покрытий, что создало необходимые условия для распространения троллейбусов.

Толчком к началу широкого практического использования электрической тяги на железнодорожном транспорте послужила демонстрация в 1879 г. фирмой «Сименс и Гальске» на Берлинской промышленной выставке поезда с электрическим локомотивом мощностью 3 л. с., получавшим питание от специального третьего (коитактного) рельса. Этот принцип передачи электроэнергии иа транспортное средство используется до сих пор, в частиости, на метрополитенах.

Первое практическое использование электрической тяги на железных дорогах было осуществлено на линии Балтимор — Огайо США, электрифицированной на постоянном токе напряжением 650 В. Состояние техники того времени и отсутствие мощных электростанций не позволяли применить более высокое напряжение. Дальнейшее развитие электрификации железных дорог на постоянном токе шло по пути повышения напряжения в контактной сети. В 20-е годы во Фраиции и Аиглии железные дороги электрифицировались на напряжении 1500 В.

Большинство стран, в том числе СССР, применяют систему постоянного тока напряжением 3000 В. Однако напряжение 3000 В не является оптимальным ни для электродвигателей, ни для систем электроснабжения. Для тяговых электродвигателей постояиного тока такое напряжение велико по надежности изоляции; для систем электроснабжения мало́, из-за чего требуется располагать тяговые подстанции через 20—25 км друг от друга.

В отличие от простой контактной подвески питающего провода, применяемой в трамвайном хозяйстве, на железной дороге используют одинарную цепную контактную подвеску. Обычно контактиый провод подвешивают на струнах к несущему проводу (тросу), закреплеиному на опорах контактной сети.

По способу натяжеиия и креплеиия контактного провода и иесущего троса коитактные подвески могут быть рессориыми, некомпенсироваиными, полукомпеисироваиными и компенсированными.

Электрификация железиых дорог на переменном токе началась в конце XIX века в Италии. Этому способствовало наличие значительных гидроресурсов, гориых массивов, позволяющих электроподвижиому составу (ЭПС) возвращать часть электрической эиергии обратно в сеть при торможении на затяжных спусках; множество тоииелей, задымляемых при паровой тяге, а также стремление иметь более мощные тяговые средства на подъемах для повышения веса поезда. При этом использовали наиболее простые по конструкции тяговые электродвигатели переменiого тока — асиихронные трехфазные.

Сложности передачи трехфазного тока на подвижной состав и регулирования скорости асинхронных тяговых электродвигателей в начале нашего столетия послужили причиной для создания системы электроснабжения железных дорог на однофазном переменном токе с применением коллекторных тяговых электродвигателей. Развитие ее шло по пути применеиия пониженной, а в дальиейшем промышлеиной (нормальной) частоты питающего тока. Пониженная частота была принята в связи с необходимостью обеспечить удовлетворительную работу коллекторных двигателей. Однако для применеиия перемеиного тока пониженной частоты необходимо было иметь специальные электростанции или дорогостоящие преобразовательиые подстанции. По этому пути пошел ряд западиоевропейских стран. Поскольку в СССР осуществляется комплексиая электрификация народного хозяйства, сооружеиие специальных электростанций или преобразовательных подстанций для питаиия железиых дорог однофазным током пониженной частоты иецелесообразно и экоиомическим невыгодно.

Поэтому в нашей стране электрификация железных дорог на переменном токе ведется с использованием однофазного тока промышленной частоты 50 Гц. Такая система питания, хотя и усложняет конструкцию подвижного состава по сравнению с системой питания постоянным током 3000 В, позволяет почти вдвое увеличить расстояние между тяговыми подстанциями, упростить их конструкцию, снизить расход меди при монтаже контактной сети в результате повышения напряжения в контактной сети до 25 кВ.

Техническая отсталость царской России тормозила развитие электрификации железнодорожного транспорта, хотя русские инженеры, работавшие над вопросами применения электрической тяги, создали ряд оригинальных проектов. В 1894 г. был предложен способ управления поездом по системе многих единиц с одного поста управления. В дальнейшем такая система была использована при создании моторвагонного подвижного состава для пригородных участков железных дорог и метрополитена. В 1902—1903 гг. были разработаны первые проекты метрополитена в г. Москве, в 1914 г.— проект трех пересекающихся диаметров Московского метрополитена. Перед первой мировой войной Россия приступила к созданию электрифицированного участка с применением моторвагонного подвижного состава для пригородных участков Петроградского железнодорожного узла. Предполагалось вести электрификацию этого участка на постоянном токе напряжением 1200 В.

Практическое внедрение электрической тяги на железнодорожном транспорте в нашей стране было начато только после Великой Октябрьской социалистической революции.

По инициативе В. И. Ленина в 1920 г. была создана комиссия по разработке плана ГОЭЛРО — план электрификации России. К разработке этого плана при решении задач по созданию и развитию электрической тяги были привлечены видные ученые: А. В. Вульф, В. А. Шевалин, Г. О. Графтио и другие, представившие в 1921 г. предварительные соображения по выбору систем тока для электрификации железных дорог; при этом предусматривалось комплексное решение вопроса электроснабжения промышленности и сельского хозяйства.

Эти ученые подготовили план электрификации железных дорог России.

В 20-е годы начинается практическое осуществление электрификации железных дорог нашей страны. В 1926 г. в эксплуатацию был сдан пригородный участок на моторвагонной тяге Баку — Сабунчи — Сураханы с использованием оборудования, предназначенного для так и неэлектрифицированного до Великой Октябрьской социалистической революции участка Петроградского железнодорожного узла. В 1929 г. был введен в эксплуатацию пригородный участок Московского железнодорожного узла Москва — Мытищи с использованием постоянного тока напряжением 1500 В. В 1932 г. был электрифицирован горный участок Хашури — Зестафони на Кавказе со сложным профилем и большим количеством кривых, на котором впервые были применены электровозы. В 1935 г. электрифицирован второй горный участок Кизел — Чусовская на Урале. Электрификация этих участков осуществлена на постоянном токе напряжением 3000 В.

Всего к 1941 г. на электрическую тягу в СССР было переведено 1865 км железных дорог. На электрифицированных участках железных дорог в то время использовались электровозы С и $С^{м}$, $С^{с}$, ВЛ19, ВЛ22 и моторвагонные секции $С^{в}$ и Сд.

Во время Великой Отечественной войны работы по электрификации железных дорог не прекращались:

было переведено на электрическую тягу около 400 км.

Опыт эксплуатации электровозов в прифронтовых условиях на заполярной линии Кандалакша — Мурманск показал, что, несмотря на интенсивные налеты авиации противника, электрическая тяга работала значительно более надежно, чем паровая на соседнем участке Кандалакша — Лоухи.

В 1946—1955 гг. в Советском Союзе был осуществлен переход от электрификации отдельных участков железных дорог к электрификации целых направлений как горных, так и равнинных. В эти годы в связи с резким увеличением грузооборота и пассажирских перевозок в нашей стране ярко проявилось одно из главных преимуществ электрической тяги — повышение пропускной способности железной дороги при перевозке пассажиров и грузов на дальние расстояния. К 1956 г. появились новые средства электрической тяги, такие как электровозы ВЛ8, ВЛ23, работающие на постоянном токе 3000 В и позволяющие водить поезда повышенного веса с высокими скоростями как на равнинных, так и на горных участках. В 1955—1959 гг. успешно прошли испытания на участке Ожерелье — Павелец бывшей Московско-Курско-Донбасской железной дороги. На этом участке впервые была применена система электроснабжения однофазного переменного тока промышленной частоты при напряжении 25 кВ в контактной сети. Здесь работали шестиосные электровозы НО(ВЛ61), а затем ВЛ60, на которых были применены ртутные выпрямительные установки.

В 1956 г. ЦК КПСС и Совет Министров СССР приняли Генеральный план, по которому главнейшие направления железных дорог подлежали переводу на электрическую тягу.

В 1959—1960 гг. был электрифицирован на переменном токе значительный участок Транссибирской магистрали Мариинск — Зима (1222 км). Продолжалась электрификация участков будущих электрических сверхмагистралей: Раменское — Рязань — Рузаевка — Сызрань — Куйбышев — Абдулино — Дема (1520 км), Серпухов — Тула — Орел — Курск — Белгород — Харьков — Лозовая — Славянск — Иловайск (1065 км) и др.

В настоящее время электрифицированные магистрали соединяют центральные районы страны с Уралом, Сибирью, Донбассом, Кавказом и другими районами. Большинство этих линий и направлений обслуживают мощные современные локомотивы: в грузовом движении — ВЛ10, ВЛ11, ВЛ15 на постоянном токе, ВЛ80 различных модификаций и ВЛ85 на переменном токе, изготовленные соответственно Тбилисским и Новочеркасским электровозостроительными заводами; в пассажирском движении — ЧС2, $ЧС2^{т}$, ЧС6, ЧС7, ЧС200 на постоянном токе и ЧС4, $ЧСЧ^{т}$, ЧС8 на переменном токе, поставляемые в СССР из ЧСФР (заводы «Шкода»).

Стыковка участков с системами постоянного и переменного тока осуществляется с помощью станций стыкования (Владимир, Дербент, Мариинск, Вязьма и др.), где в контактную сеть путей приема (отправления) поезда подается напряжение того рода тока, что и на прилегающем участке, с которого прибывает (на который отправляется) поезд, а также с помощью электровозов двойного питания (ВЛ82, $ВЛ82^{м}$), способных работать и на постоянном, и на переменном токе (например, на участке Харьков — Купянск, одна часть которого электрифицирована на постоянном, а другая на переменном токе).

Электрификация железных дорог в нашей стране обусловила развитие пригородного движения на моторвагонной тяге. Все пригородные участки к 1958 г., ранее электрифицированные на постоянном токе напряжением 1500 В, постепенно были

переведены на напряжение 3000 В постоянного тока или 25 кВ переменного тока промышленной частоты в зависимости от систем электроснабжения прилегающих к ним участков железнодорожных линий. В городах с большими пригородными пассажирскими потоками устаревшие моторвагонные секции $С_3^м$, $С^р$ и $С_3^р$ были заменены электропоездами типа ЭР, изготовленными Рижским вагоностроительным заводом.

Использование моторвагонного подвижного состава в межобластном движении позволило улучшить транспортное обеспечение жителей сельской местности.

§ 2. Метрополитены

Общие сведения. Метрополитен — это городская внеуличная железная дорога, предназначенная для массовых пассажирских перевозок. Линии метрополитенов могут быть подземными (расположены в тоннелях), наземными или надземными (на эстакадах). Подземные линии метрополитена получили наибольшее распространение, так как они не нарушают исторически сложившейся планировки города, не стесняют движения городского наземного транспорта и пешеходов, способствуют уменьшению шума и вибрации в зданиях от движения электропоездов.

Наземные линии метрополитенов, как правило, сооружают в районах города с относительно невысокой плотностью застройки, а также в местах примыкания линий к депо и иногда на крупных пересадочных узлах с другими видами пассажирского транспорта. Надземные линии на эстакадах сооружают на отдельных участках с учетом рельефа местности, главным образом, при пересечении автомобильных и железных дорог, водных и других преград.

Строительство метрополитена целесообразно в городах с численностью населения свыше 1 млн. человек.

Подъем пассажиров на поверхность земли с платформ станций метрополитена при глубине их заложения, превышающей 5—7 м, осуществляют эскалаторы, т. е. подъемные механизмы непрерывного действия.

Подачу, а также вытяжку воздуха в подземных сооружениях метрополитена производят с помощью мощных вентиляционных установок через шахты или эскалаторные тоннели. Для водоотлива метрополитен оснащен мощными насосными и санитарно-техническими установками.

Первая внеуличная железная дорога длиной 3,6 км для поездов с паровой тягой была построена в Лондоне в тоннелях мелкого заложения в 1860—1863 гг., а с 1890 г. там же началось строительство тоннелей глубокого заложения. Использование электрической тяги освободило тоннели от дыма и копоти. В 1868 г. в Нью-Йорке была открыта надземная городская железнодорожная линия с канатной тягой, замененной в 1871 г. на паровую, а в 1890 г.— на электрическую. Старейшими на Европейском континенте являются метрополитен Будапешта, построенный в 1894 г., Вены (1898 г.), а также метрополитен Парижа, пуск первой очереди которого приурочили к открытию Всемирной промышленной выставки в 1900 г. Впоследствии метрополитены были построены в Мадриде, Барселоне, Афинах, Токио, Осло, Стокгольме и других городах. В крупнейших городах различных стран мира развитие и реконструкция существующих, а также строительство новых линий метрополитена осуществлялись, в основном, только после второй мировой войны. Метрополитены функционируют почти в ста городах мира.

Начало развитию метростроения в СССР было положено решением Пленума ЦК ВКП (б) от 15 июня 1931 г. «О строительстве Московского метрополитена». Строительство было начато в 1932 г., первая очередь общей протяженностью 11,6 км с 13 станциями была сдана в эксплуатацию 15 мая 1935 г.

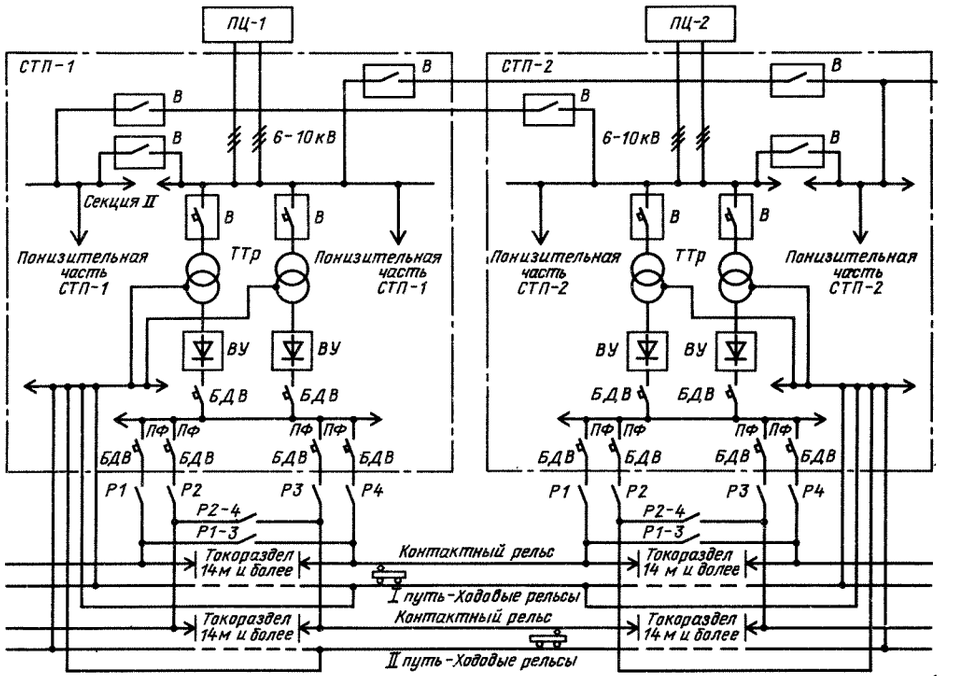


Рис. 1. Упрощенная схема снабжения электроэнергией отечественных метрополитенов

В нашей стране метрополитены функционируют в Москве, Ленинграде, Киеве, Тбилиси, Баку, Харькове, Ташкенте, Ереване, Минске, Горьком, Новосибирске, Куйбышеве, Свердловске. Развернуты работы по постройке подземных магистралей или ведется подготовка к строительству в Алма-Ате, Днепропетровске, Риге, Уфе, Ростове-на-Дону, Омске и других городах.

Устройства электроснабжения. Снабжение электроэнергией отечественных метрополитенов (рис. 1) осуществляется от энергетических систем города (Мосэнерго, Ленэнерго и т. д.) переменным током напряжением 6 или 10 кВ. Электроэнергия от питающих центров (ПЦ-1, ПЦ-2) городских электрических сетей, как правило, поступает по двум кабельным линиям на подстанции метрополитена: тяговые, понизительные и совмещенные.

На метрополитенах страны (кроме первых четырех линий Московского метрополитена) применяют только совмещенные тягово-понизительные подстанции (СТП-1, СТП-2), которые расположены в пассажирских помещениях станций. Каждая такая подстанция имеет две секции шин высокого напряжения. Первые секции СТП получают питание непосредственно от питающих центров (ПЦ-1, ПЦ-2), а вторые — через шины первых секций смежных подстанций.

Основу оборудования тяговой части СТП составляет силовой преобразовательный агрегат, получающий питание от шины первой секции и преобразующий переменный ток напряжением 10 кВ в постоянный напряжением 825 В. Агрегат состоит из трансформаторов *ТТр* и выпрями-

тельных установок *ВУ* с кремниевыми вентилями, которые преобразуют переменный ток в постоянный, пропуская его только в одном направлении. Высоковольтные выключатели *В* служат для подключения агрегата к шинам 10 кВ, а быстродействующие выключатели *БДВ* — к шинам 825 В; они также обеспечивают защиту соответствующих электрических цепей от токов короткого замыкания (к. з.).

От преобразовательных агрегатов ток поступает на шину напряжением 825 В, от нее через быстродействующие выключатели *БДВ* тяговой сети и питающие линии — фидеры (*ПФ*) подается на контактный рельс. Последний разделен на изолированные участки, т. е. секционирован. Каждая секция контактного рельса получает питание по двум фидерам от смежных подстанций. Между секциями контактный рельс имеет разрыв — токораздел.

Со стороны контактного рельса в каждый фидер вмонтированы продольные разъединители *Р1, Р2, Р3, Р4.* Между каждой парой фидеров, питающих разные участки одного пути, устанавливают поперечные разъединители *Р1-3, Р2-4.* Продольные и поперечные разъединители размещают в тоннеле в непосредственной близости от контактного рельса и в совокупности называют постами переключения.

Тяговый ток с контактного рельса через токоприемник вагона поступает на его тяговые электродвигатели и аппаратуру вспомогательных цепей, после этого через колесные пары — в ходовые рельсы и по обратному (отсасывающему) кабелю возвращается на тяговую подстанцию. Ходовые рельсы для работы устройств автоблокировки разделяют на отдельные, изолированные один от другого участка (путевые секции).

Остальные потребители электроэнергии метрополитенов, такие, как эскалаторы, устройства освещения, сигнализации, централизации, блокировки (СЦБ), связи и другие, получают питание от шин как первой, так и второй секций высокого напряжения СТП через понизительную ее часть с помощью расположенных в ней трансформаторов, понижающих напряжение с 10 кВ до 320 (220) и 127 В.

В устройствах электроснабжения широко применяют различные системы автоматики и телемеханики.

Низковольтные цепи управления подстанций питают от аккумуляторных батарей.

Развитие отечественного метровагоностроения. Одновременно со строительством первой очереди Московского метрополитена Центральное вагоноконструкторское бюро Всесоюзного объединения вагоностроительных заводов под руководством инженера П. П. Травина приступило к проектированию первых вагонов метрополитена, дальнейшую разработку которых проводил Мытищинский вагоностроительный завод. Во второй половине 1934 г. этим заводом была выпущена первая двухвагонная секция* электрического подвижного состава для отечественного метрополитена. Она состояла из моторного и прицепного пассажирских вагонов с кабинами управления. Первые вагоны метрополитена, получившие обозначение А, строились для первой очереди Московского метрополитена в 1935—1937 гг. Электрооборудование для вагонов метрополитена изготовлял завод «Динамо» имени С. М. Кирова, а пневматическое оборудование — Московский тормозной завод. Первоначально поезда метрополитена состояли из двух секций, а начиная с 1937 г. стали формироваться из трех секций, т. е. из шести вагонов.

Еще во время серийного выпуска вагонов типа А Мытищинский вагоностроительный завод приступил к созданию для второй очереди Московского метрополитена вагонов типа Г, получивших свое наименование от первой буквы названия линии, на которой им предстояло работать — Горьковской.

В отличие от вагонов типа А все вагоны типа Г были моторными; каждый из них имел одну кабину машиниста и мог передвигаться самостоятельно. Это позволяло формировать составы из любого количества вагонов. Коренным образом изменилось и электрооборудование вагонов, которое было дополнено реостатным электрическим тормозом. В дальнейшем принцип построения электрических схем вагонов Г и формирования их в составы был использован для вагонов типа Д, Е и их модификаций.

В связи с тем, что изготовление новых вагонов к моменту пуска второй очереди Московского метрополитена в 1938 г. Мытищинским вагоностроительным заводом не было освоено, в период 1937—1939 гг. он выпускал вагоны типа Б, принципиально не отличавшиеся по конструкции от вагонов типа А. Опытные вагоны типа Г были изготовлены только в 1940 г., а серийный их выпуск был организован на Мытищинском заводе (получившем уже в ту пору название машиностроительный — ММЗ) в 1947—1955 гг.

Дальнейшее развитие отечественного метровагоностроения шло по пути совершенствования и облегчения механического оборудования электроподвижного состава.

В частности, на опытных партиях вагонов типов В-4 и М-5 в 1949—1950 гг. и УМ-5 в 1955 г. было использовано рамное подвешивание тягового электродвигателя на тележке с передачей вращающего момента на ось колесной пары с помощью карданной муфты вместо ранее применявшегося в вагонах типов А, Б, Г опорно-осевого подвешивания.

Опытные вагоны М-5 и УМ-5 после частичной модернизации получили обозначение Д. Вагоны Д серийно изготавливались в период 1955—1963 гг. и имели массу всего 36,2 т, тогда как у вагонов Г она была 43,7 т. На вагонах Д была установлена комбинированная автосцепка облегченного типа.

Резкое увеличение пассажироперевозок, наметившееся в конце 50-х, начале 60-х годов на отечественных метрополитенах, потребовало создания вагонов с более высокими эксплуатационными характеристиками. В 1959—1960 гг. были выпущены опытные образцы вагонов Е, серийный выпуск которых осуществлялся в 1963 — 1969 гг. Максимальная скорость этих вагонов повысилась с 75 до 90 км/ч, а масса составила всего 32,2 т. Вагоны имели тяговые электродвигатели с высокими скоростными характеристиками, совершенное тормозное оборудование и упругие металлические поводки в связи между буксой колесной пары и рамой тележки вместо челюстей.

В процессе серийного выпуска вагонов Е в их конструкцию вводились отдельные улучшения и изменения, в результате чего возникли некоторые разновидности вагонов этого типа, выпускавшихся в 1969 — 1980 гг.: Ема — головные, Емх — хвостовые и Ем — промежуточные.

Кузов вагонов этих типов обеспечивал возможность их работы на линиях со станциями закрытого типа Ленинградского метрополитена, а электрическая схема позволяла устанавливать на них системы автоведения ПМ-САУП (программно-моделирующая система автоматического управления поездами) и КСАУП (комплексная система автоматического управления поездами), разработанные институтом Гипротранссигналсвязь.

Головные вагоны Ема были оборудованы аппаратами автоведения и приемными устройствами сигналов от путевых датчиков,

*Секция — единица (определенная часть) сочлененного локомотива или моторвагонного поезда, совокупность оборудования которой обеспечивает ее самостоятельное передвижение и позволяет ей работать в сцепе с другими аналогичными секциями по системе многих единиц.

хвостовые вагоны Емх имели только устройства для включения и выключения аппаратов автоведения головных вагонов.

В связи с выпуском более совершенной аппаратуры автоведения КСАУЛ вместо ПМ-САУП изготовление вагонов Емх было прекращено. При этом по обоим концам составов стали ставить только головные вагоны Ема.

В последующем были выпущены вагоны: Еж — головные и Еж1 — промежуточные для СССР и Ев для Будапештского метрополитена с кузовом как у вагонов Ем, Ема и Емх и электрической схемой вагона Е, а также улучшенной отделкой пассажирского салона и кабины машиниста; Еж3 — головные для СССР и Ечс — для Пражского метрополитена с механическим оборудованием как у вагонов Еж, Еж1 и Ев и тиристорно-импульсным регулированием возбуждения тяговых двигателей в тормозном режиме, позволяющем оборудовать эти вагоны системой АРС (автоматическое регулирование скорости).

Начиная с 1968 г. все разновидности вагонов Ем выпускал Ленинградский вагоностроительный завод имени И. Е. Егорова (ЛВЗ). Доработав чертежи вагонов ММЗ под технологию своего производства, ЛВЗ с 1959—1970 гг. изготавливал на базе вагонов Ем, Ема, Емх соответственно вагоны типа Ем-501, Ема-502, Емх-503, на базе вагонов Еж, Еж1 — Ем-509, Ем-508Т. С 1971 г. Ленинградский вагоностроительный завод выпускал все вагоны с улучшенной отделкой пассажирского салона и кабины машиниста. Тележки для вагонов Ем этого завода изготовлял Мытищинский машиностроительный завод.

Малая мощность тяговых двигателей, особенно при электрическом торможении, недоиспользование объема кузова для размещения пассажиров в промежуточных вагонах из-за сохранения кабин машиниста, используемых только при расцепке состава и его маневровых передвижениях, несовершенство системы управления тяговыми двигателями поезда при переходе с ходового на тормозной режим во время срабатывания системы АРС, а также отсутствие необходимых электрических аппаратов и монтажа на большей части типов вагонов под установку системы автоведения КСАУП послужили причиной создания в 1976 г. на ММЗ опытных вагонов 81-717 — головных (рис. 2) и 81-714 — промежуточных без кабин машиниста со съемным пультом управления, необходимым для маневровых передвижений.

На новых вагонах метрополитена установлены тяговые электродвигатели мощностью 110 кВт; применены лампы люминесцентного освещения пассажирского салона, получающие питание от статического электронного преобразователя мощностью 5 кВт.

К серийному производству вагонов 81-717, 81-714 ММЗ приступил с 1979 г., а ЛВЗ — с 1980 г.,

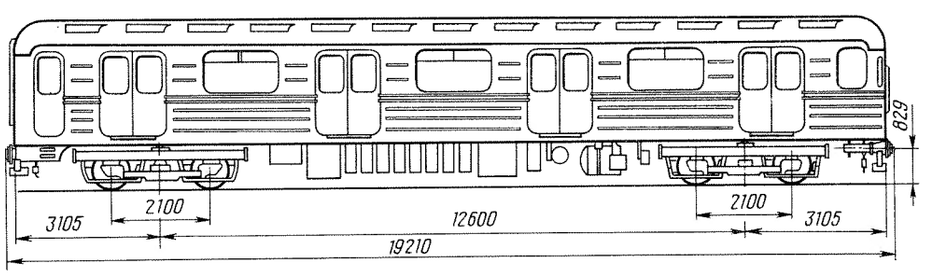


Рис. 2. Вагон метрополитена типа 81-717

причем с этого года часть тележек для вагонов Ленинградского завода изготавливал Калининский вагоностроительный завод.

Для Пражского и Будапештского метрополитенов ММЗ с 1977 г. соответственно начал выпускать вагоны моделей 81-7171, 81-7141 и 81-712, 81-7142.

С целью повышения пожарной безопасности серийно выпускаемых вагонов моделей 81-717, 81-714 в 1987 г. ММЗ изготовил опытный «эталонный» головной вагон модели 81-717, на котором максимально использованы трудносгораемые материалы: металлопласт для отделки потолка, специальная фанера для настила пола, ткань хлопчатобумажная с огнезащитной пропиткой, применяемая в сидениях, и комплект проводов, не распространяющих горение.

На этом вагоне были применены также система пожарной сигнализации, предохранители с повышенной коммутационной способностью, усовершенствованная дифференциальная защита силовой электрической схемы; провода под кабиной машиниста были проложены не в кондуитах, а в специальных желобах.

Постоянный рост пассажирских перевозок на метрополитенах нашей страны требует более скоростного, экономичного и вместительного подвижного состава. Разрабатывается принципиально новая конструкция подвижного состава для метрополитенов страны с конструкционной скоростью 100 км/ч, состоящего из головных моторных с кабиной машиниста вагонов 81-720 и промежуточных без кабины машиниста: моторных 81-721 и прицепных — 81-722. На этих вагонах намечено применение более экономичной бесконтактной тиристорно-импульсной системы регулирования частоты вращения тяговых двигателей, а также рекуперативного торможения. Дополнительно прорабатывается вопрос о применении на этих вагонах асинхронных тяговых электродвигателей, не требующих больших затрат на техническое обслуживание.

Для управления электропоездом, состоящим из вагонов типов 81-720, 81-721, 81-722, предполагается внедрить автоматизированную систему с применением микропроцессоров и бесконтактного контроллера машиниста. Она должна хранить и отражать на дисплее в кабине машиниста информацию о работе всего оборудования.

Кузов этих перспективных вагонов будет опираться на тележки через пневматические рессоры; на вагонах намечается блочное размещение пускорегулирующей аппаратуры, применение автоматического тормоза с фиксированным давлением воздуха в тормозной магистрали.

Основные технические данные современных и перспективных вагонов:

Вагоны типа	Е (его модификаций)	81-717/81-714	81-720/81-721
Год выпуска	1963—1969 (1967—1980)	с 1980 г.	проект
Длина вагона, мм:			
по стенкам	18 770 (18 810)	18 810	19 600
по центрам головок автосцепок	19 166 (19 210)	19 210	20 000/19 210
Ширина вагона (по подоконному брусу), мм	2700	2800	2780
Высота вагона над головками рельсов в порожнем состоянии, мм	3662	3650	3665
База вагона, мм	12 600	12 600	12 600
Мест для сидения	40 (42)	40 (44)	40 (44)
Вместимость вагона при норме 10 чел./м^2	277—(284)	277/308	325/340

Масса вагона, т	32 (33)	34/33	36,5/35,5
Масса пассажиров при максимальной вместимости, т . .	20	20/21,5	22,5/24,5
Мощность одного тягового двигателя, кВт	68 (72)	110	160
Максимальная скорость, км/ч	90	90	100
Ускорение при пуске, м/с^2	1,2	1,2	1,3—1,4
Замедление при экстренном торможении, м/с^2	1,3	1,3	1,3—1,4

Подвижной состав зарубежных метрополитеиов. В современных сериях вагонов метрополитенов находят широкое применение пиевмоpессоры между кузовом и тележками, резинометаллические элементы ходовых частей, система тиристорно-импульсного регулирования частоты вращения тяговых двигателей, принудительная вентиляция и люминесцентное освещение пассажирских салонов. В последние годы на подвижном составе ряда стран (преимущественно Западной Европы) все большее распространение получают асинхронные тяговые двигатели с тиристорно-импульсной системой регулирования.

Во Франции для Парижского метрополитена фирмой «Альстом — Атлантик» ведется производство вагонов МФ-77М, которые рассчитаны на конструкционную скорость 100 км/ч, с асинхронными тяговыми двигателями и подрезиненными колесными парами.

На базе вагонов этого типа разрабатывают и испытывают подвижной состав, имеющий сочлененные между собой кузова на одноосных тележках с самоустанавливающимися колесными парами. На метрополитенах французских городов Лиона, Марселя и Лилля, а также на некоторых линиях Парижского метрополитена применяют вагоны, имеющие пневморезиновые колеса. Аналогичные ходовые части используют на построенных по проектам и при участии французских фирм метрополитенах других городов мира: Монреаля (Канада), Мехико (Мексика), Сантьяго (Чили).

Подвижной состав, предназначенный для французских метрополитенов, с начала 70-х годов выпускается полностью с кузовами, выполненными из алюминиевых сплавов.

В ФРГ представляет интерес подвижной состав серии Б для метрополитенов Мюнхена и Нюрнберга, на котором применяется мономоторный привод: продольно расположенный на раме тележки тяговый двигатель через конический редуктор приводит во вращение оси обеих колесных пар тележки. Максимальная скорость вагонов с асинхронными тяговыми двигателями достигает 80 км/ч.

В Великобритании ведутся испытания принципиально новых для этой страны трех различных опытных серий поездов для Лондонского метрополитена с тиристорно-импульсным регулированием тяговых двигателей постоянного тока, пневматическим центральным подвешиванием кузова и колесами подрезиненного типа.

В Италии за период 1983 — 1986 гг. фирмой «Бреда» было выпущено несколько серий вагонов для метрополитенов Рима, Милана (вторая линия) и Вашнигтона с использованием тиристорно-импульсного регулирования тяговых электродвигателей постоянного тока, причем для Италии этот электроподвижной состав производился с мономоторным тяговым приводом.

Несмотря на широкое применение алюминиевых сплавов в метровагоностроении, в ФРГ фирмой «Линке — Гофман — Буш» намечено организовать изготовление для метрополитена Гамбурга сочлененных поездов с асинхрониыми тяговыми двигателями и кузовами из нержавеющей стали.

Нержавеющую сталь в конструкциях кузова примеияют также на вагонах Лиссабонского метрополитена, изготовленных португальской фирмой «Сорефаме».

Колеса подрезиненного типа, изготовленные шведской фирмой «САБ», широко применяются на подвижном составе метрополитенов Стокгольма (Швеция) и Осло (Норвегия).

В Японии производством вагонов метрополитена заняты преимущественно две фирмы: «Кавасаки» и «Ниппон Шарио». Первая из них в основном специализируется на изготовлении вагонов с кузовами из алюминиевых сплавов, в частности, серий 8000 и 01 для линий метрополитена Управления Токийским транспортом, 20 — г. Осаки и 6000 — г. Саппоро (с пневморезиновыми колесами); вторая — на изготовлении вагонов из нержавеющей стали, в частности, серий 10 000 и 12 000 линий метрополитена, которые обслуживает транспортное бюро Токийского метрополитена. На вагонах японских метрополитенов передача вращающего момента к колесным парам осуществляется по той же схеме, что и на вагонах СССР; через муфту при рамной подвеске тяговых электродвигателей и опорно-осевой подвеске редуктора.

Применяют, как правило, тяговые электродвигатели постоянного тока с тиристорно-импульсным регулированием. Электрооборудование для японских метрополитенов выпускает, в основном, фирма «Мицубиси», в меньшем объеме — фирма «Хитачи».

Японское электрооборудование поставляется также на экспорт для подвижного состава метрополитенов Гонконга, Мехико, Барселоны.

Особый интерес представляет японское диагностическое оборудование, созданное в связи с началом эксплуатации вагонов метрополитена с тиристорно-импульсными регуляторами и поездной автоматикой. Оно состоит из передвижных устройств по проверке тиристорных регуляторов, контактных схем, систем пневматического оборудования и автоматики. Составной частью этих устройств является печатающее устройство и микропроцессор. В депо и на ремонтных заводах имеются специальные диагностические стойла, оборудованные ЭВМ, пультом управления с дисплеем, блоком памяти и печатающим устройством.

Ведущие фирмы Японии продолжают научные исследования, направленные на более широкое внедрение асинхронных тяговых двигателей, повышение скоростей движения и улучшение предельных очертаний подвижного состава (габарита).

Для метрополитенов США в последние годы вагоны поставляют в основном иностранные фирмы: Сан-Франциско и Нью-Йорку — французские; Чикаго — португальские; Вашингтону — итальянские.

Однако начиная с 1983 года поставку унифицированных между собой серий подвижного состава метрополитенов Майами и Балтимора начала осуществлять Северо-Американская фирма «Бадд», которая в основном специализируется на изготовлении кузовов вагонов из нержавеющей стали. Под эти вагоны подкатывают тележки типа «Пионер-3» с самоустанавливающимися колесными парами.

Частота вращения тяговых двигателей постоянного тока изменяется с помощью тиристорно-импульсной системы регулирования.

Краткая техническая характеристика вагонов метрополитенов некоторых стран приведена в табл. 1.

Следует отметить, что вагоны зарубежных метрополитенов, как правило, имеют принудительную вентиляцию. Кузова сооружаются из сверхпрочной коррозионностой-

Таблица 1

Показатель	Франция (Париж)	Великобритания (Лондон)	ФРГ (Мюнхен/Гамбург)		Австрия (Вена)	Италия (Рим)	Япония (Токио)	США (Балтимор/ /Майами)
Фирма-изготовитель	Альстом-Атлантик	Метро-Камел	(МББ-МАН)/ /(Линке-Гофман-Буш)		Симмеринг-Грац-Покер	Бреда	Кавасаки	Бадд
Серия	МФ-77М	Опытный	Б	ДТ4	V1	М10/ /М11	Проект	—
Год выпуска	С 1985 г	1990 г.	С 1983 г	Опытный	Опытный	С 1986 г		С 1983 г.
Соотношение между моторными и прицепными вагонами в составе	3:2	2:2	2:0	2:0	2:0	2:0	4:4	1:1
Ширина рельсовой колеи, мм	1440	1435	1435	1435	1435	1435	1067	1435
Напряжение в контактной сети, В	750	600	750	750	750	1500	1500	750
Длина вагона, мм	15 070	16 000	18 200	30 100	18 140	17 030	19 600	22 800
Максимальная вместимость, чел.	235/250	—	328	374	314	301/315	350/365	432
Тара, т	27,0/ /21,5	20,0/ /18,0	29,25	37,5	28,0	30,0	37,0/ /22,0	34,4
Число и ширина дверных проемов, мм, пассажирского салона	6×1600	4×1370; 2×685	6×1300	8×1300	6×1300	8×1300	—	—
Максимальная скорость, км/ч	100	—	80	80	80	90	130	112
Число и мощность тяговых двигателей, кВт	4×125	—	2×125	4×125,4	4×125,0	2×250	4×210	4×130,5

кой стали или алюминиевых сплавов. Главная задача, которая решается при конструировании вагонов, это снижение расходов электроэнергии и повышение комфортабельности. Повышение пожаробезопасности осуществляется по двум направлениям: во-первых, за счет расширения применения несгораемых и огнестойких материалов на подвижном составе и при оборудовании станций, во-вторых, путем оснащения подвижного состава средствами защиты от токов высокой частоты, которые могут привести к возгоранию вагона. Этим же целям служит оборудование станций и поездов автоматическими, централизованными системами, установка специальных датчиков температурных детекторов и систем автоматического огнетушения.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие транспортные средства приводятся в движение электрической энергией?
2. Когда была начата электрификация железных дорог СССР?
3. Какие системы тока и напряжения используют на электрифицированных железных дорогах?
4. Что такое метрополитен?
5. Когда была пущена в эксплуатацию первая линия метрополитена в Советском Союзе?
6. Какая система тока и напряжения используется на отечественном метрополитене?
7. Как обеспечивается снабжение метрополитена электроэнергией?
8. В каких городах СССР действуют метрополитены?
9. По каким направлениям идет совершенствование вагонов метрополитена?
10. Перечислите основные типы вагонов, находящихся в эксплуатации на метрополитенах СССР.

Глава 2

МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Механическое оборудование вагонов метрополитена (рис. 3) состоит из ходовых частей, рычажно-тормозной передачи, рамы вагона, кузова с автосцепками.

Ходовыми частями являются тележки (рис. 4). Они обеспечивают безопасное и плавное передвижение вагонов по рельсовому пути.

Вагон имеет двухосные тележки с двойным рессорным подвешиванием — центральным и буксовым. Вращающий момент передается каждой движущей колесной паре от индивидуального тягового электродвигателя, что позволяет быстро развивать необходимую скорость и сокращать длину тормозного пути при электрическом торможении.

Тележка состоит из колесных пар и рамы, оборудована устройством для подвешивания тяговых электродвигателей, а также тормозной рычажной передачей.

При изготовлении каждой тележке присваивают номер, который наносят электросваркой на кронштейнах крепления тормозных цилиндров по торцам продольных балок рамы. Заполняют технический паспорт, где указываются завод-изготовитель, дата изготовления тележки, основные технические данные. В процессе эксплуатации в паспорте отмечаются: вид и место ремонта тележки, конструктивные изменения, пробег в километрах с начала эксплуатации и до предыдущего планового вида ремонта.

§ 3. Рама тележки

Рамы тележек поддерживают кузов и при помощи центрального и буксового подвешиваний передают массу вагона на колесные пары.

Сила тяги, развиваемая колесной парой, передается через буксы раме, которая суммирует тяговые усилия и передает их через раму вагона на автосцепку. Следовательно, основным назначением рам тележек являются передача и распределение вертикальной нагрузки между колесными парами и восприятие тягового усилия, развиваемого колесными парами.

Тележки вагонов типа Е и их модификаций и вагонов серии 81-714 и 81-717 оборудованы сварными рамами Н-образной формы без концевых балок. С начала серийного выпуска вагонов типа Е рамы изготавливали из листовой стали толщиной 8 мм.

Впоследствии в связи с интенсивным выходом рам из строя в результате частых трещинообразований возникла необходимость разработать рамы усиленной конструкции из стали толщиной 10 мм.

Конструкция рам первых выпусков сохранилась до настоящего времени, изменены только отдельные узлы: усилены поперечные балки, литые кронштейны крепления буксовых поводков заменены штампованными, изменена конструкция кронштейнов подвески электродвигателей на тележках модели 81-717 и 81-714.

Рама тележки (рис. 5) состоит из двух продольных и двух поперечных балок.

Продольные балки рамы через буксовое подвешивание и буксовые поводки соединены с колесными парами. Поперечные балки служат для связи продольных балок между собой, а также для монтажа тяговых электродвигателей, центрального

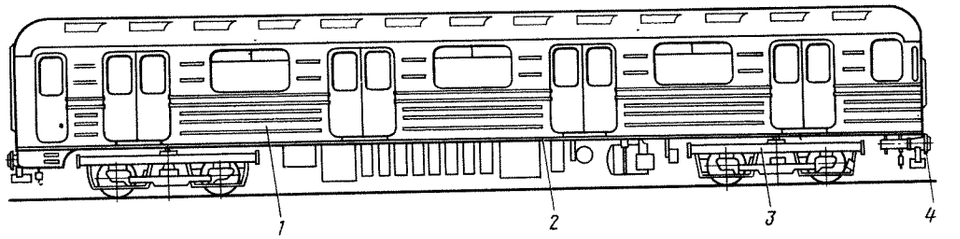


Рис. 3. Вагон метрополитена:
1—кузов с внутренним оборудованием и вентиляцией; *2*—рама вагона; *3*—тележка; *4*—автосцепка

подвешивания редукторов колесных пар и узла комплексного предохранения.

Балки рамы, изготавливаемые из листовой штампованной стали, сварены в вертикальной плоскости и имеют коробчатое сечение. Между собой балки сварены встык. Места соединения сверху и снизу усилены штампованными фигурными косынками.

Косынки изготовлены из листовой стали толщиной 6 мм, приварены по контуру к балкам, соединяются на боковых стенках поперечных балок и частично отбортованы в проем центрального подвешивания.

В широкой части косынок имеются сквозные отверстия, через которые они дополнительно приварены к продольным балкам для более прочного соединения. К торцам продольных балок приварены листовые кронштейны для крепления тормозных цилиндров. Кронштейны крепления тормозных подвесок вварены в сквозные отверстия вертикальных стенок продольных балок.

По осям базы тележки (расстояние между осями колесных пар) в продольные балки вварены направляющие втулки, в которые входят предохранительные штыри букс колесных пар. При изготовлении и в процессе эксплуатации по внутренним диаметрам направляющих втулок контролируют один из основных конструктивных параметров рамы тележки — ее базу, которая равна 2100 мм.

Втулки после их приварки к продольным балкам рамы растачивают в специальном приспособлении.

К продольным балкам снизу приварены кронштейны крепления буксовых поводков. На тележках вагонов Е первого серийного выпуска применялись кронштейны литой конструкции с установкой приварных усиливающих ребер. Основание кронштейна приварено к нижней и боковой стенкам продольной балки.

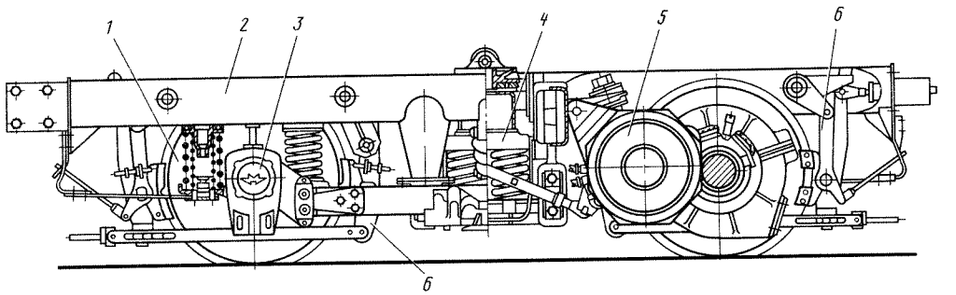


Рис. 4. Тележка вагона 81-717:
1—колесные пары; *2*—рама; *3*—буксы и буксовое подвешивание; *4* — центральное подвешивание; *5*—тяговые электродвигатели; *6* —тормозная рычажная передача

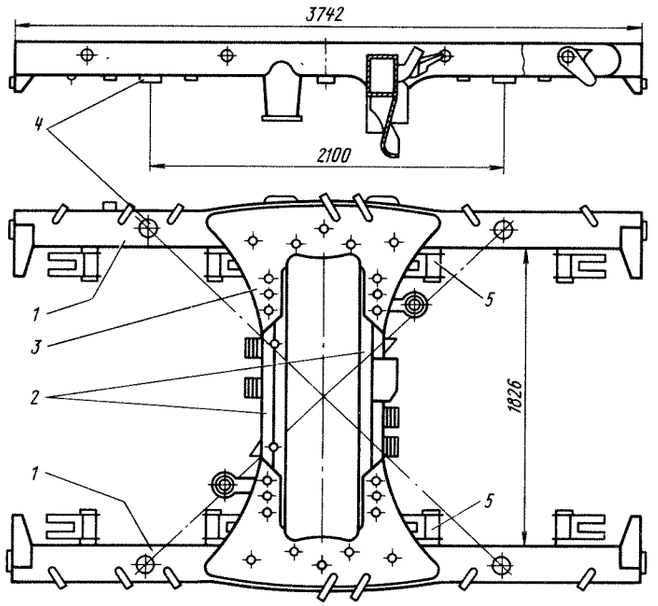


Рис. 5. Рама тележки:
1—продольные балки; *2*—поперечные балки; *3*—усиливающие косынки; *4*—направляющие втулки буксового подвешивания; *5*—кронштейны тормозных подвесок

В нижней части кронштейна имеется площадка с четырьмя отверстиями под болты М16 для крепления буксовых поводков. Для прочного соединения поводка с кронштейном на площадке нарезана гребенка, которая исключает работу болтов на срез.

В связи с разработкой новых усиленных рам тележек литые кронштейны заменены на сварно-штампованную конструкцию. Гребенку для крепления поводка в данном случае изготавливают отдельно и устанавливают на кронштейне с высокой точностью при помощи специального приспособления, которое штырями вставляется в отверстия направляющих втулок продольных балок. От правильности установки гребенок зависят надежность и длительность работы буксовых поводков и рамы тележки. Гребенки к кронштейнам крепят шестью болтами. Для того чтобы

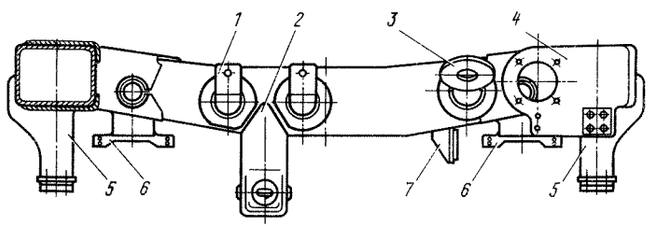


Рис. 6. Рама тележки (поперечная балка):
1—верхние кронштейны подвешивания тягового двигателя; *2*—нижний кронштейн подвешивания тягового двигателя; *3*—кронштейн подвешивания редуктора колесной пары; *4*— кронштейн крепления тормозного цилиндра; *5*—кронштейн крепления буксовых поводков; *6*—кронштейны предохранительных скоб центрального подвешивания; *7* — кронштейн узла комплексного предохранения редуктора колесной пары

исключить возможность смещения гребенки вместе с поводком, устанавливают два призонных болта, диаметр тела которых обработан с повышенной точностью. Отверстия в дне кронштейна для этих болтов сверлят по отверстиям гребенки после ее окончательной установки и закрепления на кронштейне электросваркой. Затем оба отверстия обрабатывают разверткой.

Для фиксации резиновых прокладок и верхних опор пружин надбуксового подвешивания на нижней стенке продольной балки, по обе стороны от направляющих втулок приварены специальные стальные кольца.

Поперечные балки являются самой нагруженной частью рамы. Через детали центрального подвешивания они воспринимают нагрузку от веса кузова вагона. При опорно-рамном подвешивании тяговые двигатели консольно монтируют на поперечных балках, при этом, кроме нагрузки от веса двигателя, передается нагрузка от создаваемого им вращающего момента.

Для крепления тягового двигателя на каждой балке имеются три кронштейна.

Верхние кронштейны цилиндрической частью вварены в поперечные балки и усилены специальными круглыми фланцами. Нижний кронштейн совкового типа своим основанием приварен к нижней и боковой стенкам балки. Опорные части кронштейнов образуют одну плоскость, которая наклонена под углом 15° к вертикальной плоскости. В кронштейнах имеются овальные отверстия, через которые двигатели болтами крепят на раме. В боковых стенках нижнего кронштейна находятся два резьбовых отверстия для регулировочных болтов. Отворачивая один болт и заворачивая другой, можно перемещать двигатель вдоль оси поперечной балки для регулировки разбега карданной муфты.

На тележках вагонов серии 81-717 и 81-714 роль нижнего кронштейна выполняет реактивная тяга, с помощью которой производят регулировку высоты оси тягового двигателя относительно оси колесной пары.

Реактивную тягу одним концом крепят к остову тягового двигателя, а другим — к кронштейну на соседней поперечной балке.

Такая конструкция подвешивания двигателя позволяет уменьшить нагрузку на поперечную балку, которая создается от вращающего момента за счет консольной подвески тягового электродвигателя на верхних кронштейнах, вваренных в поперечную балку рамы.

Кронштейн подвески редуктора колесной пары цилиндрической частью вварен в отверстие поперечной балки. Опорная часть кронштейна выполнена в виде круглой проушины и представляет собой диск с центральным отверстием. Кронштейн изготавливают из штампованной заготовки. После механической обработки его подвергают магнитной дефектоскопии. На раму с помощью специального кондуктора устанавливают кронштейн. Точность расположения последнего по отношению к кронштейнам тягового двигателя необходима для обеспечения соединения редуктора колесной пары с тяговым двигателем с помощью карданной муфты.

Для монтажа центрального подвешивания в нижних полках по концам поперечных балок имеются армированные окна, через которые вставляют серьги центрального подвешивания.

В вертикальных полках поперечных балок над армированными окнами выполнены сквозные круглые отверстия с запрессованными в них стальными втулками (рис. 6). Серьги подвижно крепят в поперечных балках валиками, вставленными в отверстия балки и в отверстие серьги.

Наличие трех сквозных отверстий в этом сечении ослабляет поперечные балки, поэтому в этих местах

наиболее часто образуются трещины, особенно на тележках первых выпусков. Впоследствии при модернизации подвижного состава и разработке новых моделей вагонов узел соединения поперечных балок с продольными был модифицирован и усилен.

Все детали и узлы подвижного состава, имеющие возможность падения на рельсовый путь при изломе или обрыве, должны иметь предохранительные устройства. С этой целью на тележках предусмотрен узел комплексного предохранения для подвешивания редукторов. Кронштейн узла комплексного предохранения приварен к поперечной балке, изготавливается он из листовой стали толщиной 10 мм, имеет гребенку и три овальных отверстия, через которые вилку комплексного предохранения крепят болтами М16.

Предохранительные скобы центрального подвешивания крепят болтами к листовым кронштейнам, которые приварены к поперечным балкам. На рамах тележек со штампованно-сварными кронштейнами крепления буксовых поводков кронштейны предохранительных скоб центрального подвешивания выполнены в виде штампованных угольников и приварены с внутренней стороны поводковых кронштейнов.

Узлы рамы собирают и сваривают в специальных кондукторах для снижения возможности появления остаточной деформации из-за неравномерного нагрева при производстве сварочных работ.

После сборки рамы на специальном стенде проверяют отклонение осей продольных балок от горизонтальной плоскости. Это отклонение влияет на равномерность распределения веса вагона на элементы рамы.

В эксплуатации при наличии отклонения поперечные балки в местах соединения с продольными воспринимают большие дополнительные нагрузки, которые приводят к образованию трещин. Данную конструкцию сварных рам из замкнутых тонкостенных штампованных профилей широко применяют в локомотиво- и вагоностроении.

Основным достоинством такой конструкции является относительно небольшой вес при одинаковой прочности по сравнению с рамами тележек других конструкций.

Недостаток — большое число сварных швов, которые являются концентраторами напряжений и характерными местами трещинообразований, поскольку рамы работают при переменной нагрузке, вызванной колебаниями рессорного подвешивания и неровностями рельсового пути.

Учитывая, что наиболее часто трещины образуются в местах соединения балок и сварных швах приварки кронштейнов, при конструировании рам этому обстоятельству уделяют особое внимание.

Наименьшую концентрацию напряжений дают сечения, составленные из штампованных профилей с округленными краями.

Когда узел соединения поперечной балки с продольной выполнен с накладками (фигурные косынки), связывающими обе детали, на концентрацию напряжений влияет плавность перехода от накладки к основному сечению балки.

Приваривание поперечным швом каких-либо накладок к тонкостенным коробчатым сечениям рамы недопустимо, поэтому косынки выполняют фигурными, максимально развитыми по периметру и с плавным округлением.

В особо тяжелых условиях работают кронштейны крепления буксовых поводков. Они жестко связаны поводками с буксой колесной пары и воспринимают на себя множество разнопеременных нагрузок.

Сварные рамы требуют строгого выполнения технологии их изготовления и ремонта при производстве сварочных работ.

Для улучшения качества сварных швов, их плотности и полной проварки сварочные работы производят постоянным током обратной полярности. Применяют сварку в среде инертных газов. Благоприятна термообработка всей конструкции рамы после сварки.

Опыт эксплуатации показал, что качество сварных швов улучшается при производстве упрочнения швов и околошовной зоны методом наклепа многобойковым пневматическим инструментом.

На раме шпинтонной тележки кронштейны крепления буксовых поводков (тумбы) отсутствуют, вместо них по концам продольных балок в горизонтальных полках сверлят по два сквозных отверстия, в которые вваривают стальные втулки. Для обеспечения необходимой точности последние растачивают в специальном кондукторе на радиально-сверлильном станке специальным инструментом.

В расточенные втулки на две посадочные поверхности запрессовывают шпинтоны. Сверху их дополнительно крепят гайками, последние фиксируют стопорными шайбами с болтами.

Для крепления предохранительных скоб центрального подвешивания на нижних полках продольных балок приваривают специальные кронштейны.

Для обеспечения соединения колесных пар с рамой тележки в случае излома шпинтонов на наружных вертикальных полках продольных балок приваривают специальные кронштейны в виде двух уголковых скоб, в которые входят предохранительные Т-образные планки, закрепленные на крепительных крышках букс колесных пар.

§ 4. Колесная пара и зубчатая передача

Колесная пара. Она служит для передвижения вагона и направления его по рельсовому пути. В процессе эксплуатации колесная пара воспринимает сложные знакопеременные нагрузки. На значение и характер этих нагрузок влияют масса вагона и его загрузка, скорость и направление движения, наличие неровностей рельсового пути и др. Колесная пара является одним из ответственных узлов вагона и поэтому к ее конструкции и технологии изготовления Правилами технической эксплуатации железных дорог Союза ССР (ПТЭ) предъявляются особые требования.

Колесные пары различных типов вагонов отличаются по своей конструкции и размерам. На вагоне типа Д применены цельнометаллические бандажные колесные пары с диаметром по кругу катания 900 мм; на вагонах Е, 81-717, 81-714 — колесные пары двух типов: подрезиненные и цельнокатаные с диаметром по кругу катания 780 мм.

Колесные пары всех типов (рис. 7) состоят из оси, на которую насаживают два колесных центра, редуктор и буксы.

Колесная пара вагона Д (рис. 8) имеет бандажные цельнометаллические колесные центры. На удлиненной ступице колесного центра смонтированы детали редукторного узла.

Подрезиненная колесная пара вагонов Е, 81-717, 81-714 (рис. 9) имеет колесные центры с удлиненной (первой) и укороченной (второй) ступицами.

Конструктивно подрезиненное колесо выполнено таким образом, что колесные центры соединены с центральным диском посредством двух рядов резинометаллических вкладышей, которые благодаря сильному сжатию передают нагрузку от центра на диск в основном за счет усилия сдвига. Эти усилия постоянно меняют свое направление (при стоянке поезда они направлены вертикально, при движении имеют разные направления). При вращении колеса каждое волокно вкладыша совершает сложные движения с постоянно меняющимися значениями деформации и периодичностью. Слои резины, непосредственно соприкасаю-

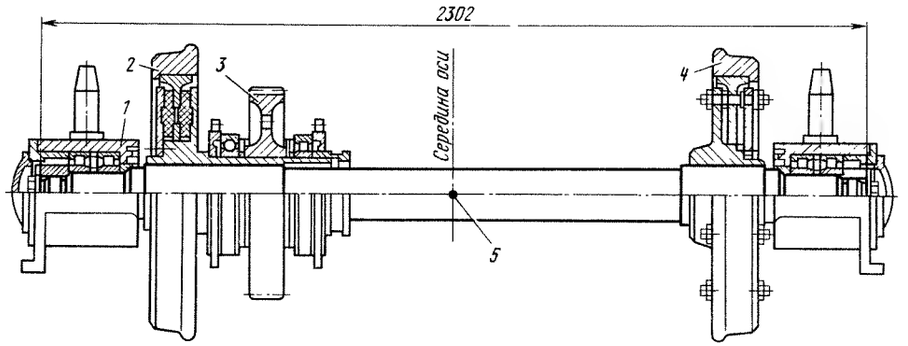


Рис. 7. Колесная пара:
1 — букса в сборе; *2* — колесный центр с удлиненной ступицей; *3* — редукторный узел; *4* — колесный центр с укороченной ступицей; *5* — ось

щиеся или удаленные, постоянно перемещающиеся друг относительно друга, совершают определенную работу, что приводят к нагреву резины. При больших нагрузках и продолжительной работе нагрев доходит до 60 °С (допускаемое значение нагрева резинометаллического вкладыша 70 °С, после чего резина стареет и теряет эластичность).

Применение резинометаллических вкладышей рассчитано на снижение уровня шума при движении, уменьшение динамических ударных нагрузок на путь и оборудование вагона.

Цельнокатаная колесная пара вагонов Е, 81-717, 81-714 (рис. 10) имеет безбандажные колесные центры, которые изготавливают методом прокатки. Первый колесный центр выполнен без удлиненной ступицы, а детали редукторного узла смонтированы на втулке. Такая конструкция колесной пары имеет ряд преимуществ перед подрезиненной: меньшая трудоемкость при изготовлении и ремонте, более высокая надежность в эксплуатации.

С 1985 г. новые вагоны метрополитена выпускают только с колесными парами цельнометаллической конструкции.

Для колесных пар вагонов, которые эксплуатируют на метрополите-

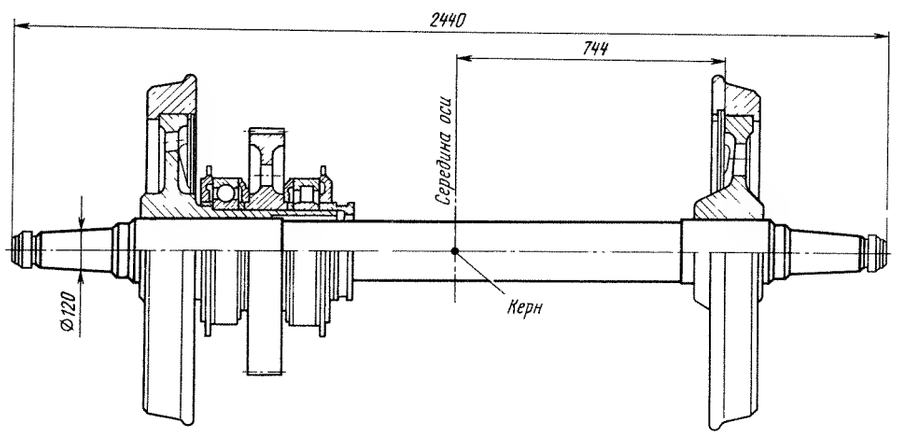


Рис. 8. Колесная пара вагона Д

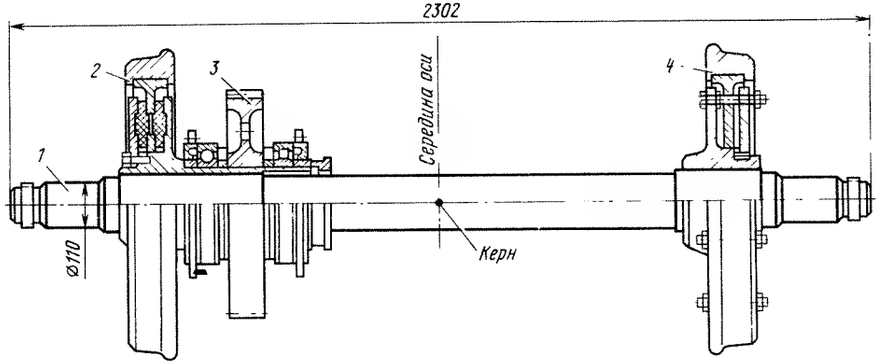


Рис. 9. Колесная пара подрезиненная:
1 — ось; *2* — первое колесо в сборе; *3* — зубчатое колесо; *4* — второе колесо в сборе

не, применяют два типа осей (рис. 11). Конструктивно ось представляет собой круглый брус переменного сечения. Размеры ее отдельных частей соответствуют их назначению. Так, например, шейки оси служат для размещения на них деталей буксовых узлов; предподступичная часть является переходной от шейки к подступичной; последняя предназначена для напрессовки на нее колесного центра и втулки. Средняя часть оси (участок между подступичными частями) свободна от соприкосновения с другими деталями колесной пары; резьбовые части оси предусмотрены для расположения на них осевых гаек, которые крепят детали буксового узла; в торцовых частях оси в специально выполненных пазах устанавливают стопорные планки. Кроме указанных, подступичные части имеют запрессовочные конусы для плавного захода оси в ступицу при напрессовке колесного центра; переходы от одной части оси к другой, выполненной в виде плавных перепадов — галтелей, для снижения концентрации напряжений (рис. 12). В торцах осей в глубине паза под стопорную планку сделаны два отверстия, которые выполняют роль центровых при обработке оси и ее контроле.

Оси изготавливают из углеродистой стали, заготовка которых может быть осуществлена методом ковки на молоте или прокаткой на про-

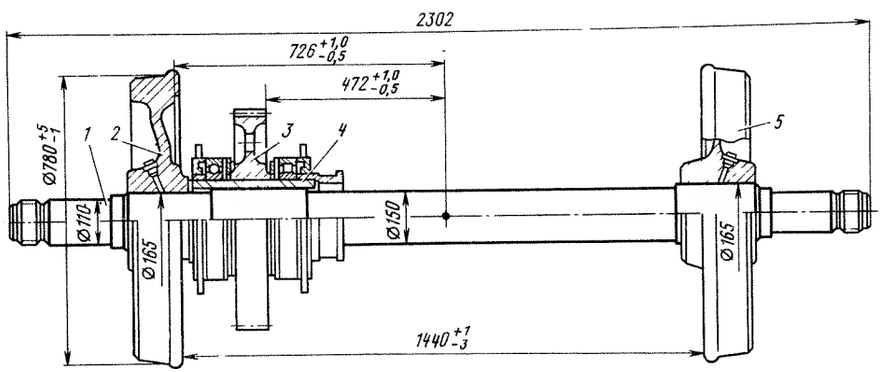


Рис. 10. Колесная пара цельнокатаная:
1—ось; *2*—первое цельнокатаное колесо; *3*—зубчатое колесо; *4*—втулка; *5*—второе цельнокатаное колесо

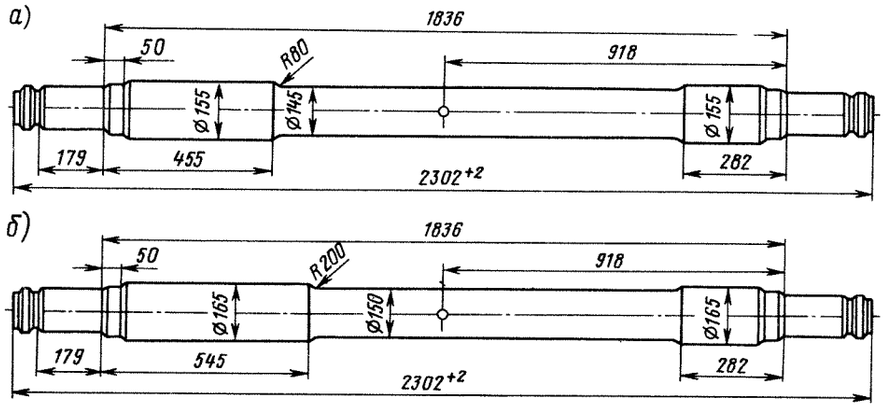


Рис. 11. Нормальная (*а*) и усиленная (*б*) оси колесных пар вагонов Е и 81-717, 81-714

катном стане. После ковки заготовку оси подвергают термообработке — нормализации с целью снятия внутренних напряжений. В результате этого металл заготовки должен соответствовать по механическим свойствам установленным характеристикам.

Заготовку осей обрабатывают на токарных станках с удлиненной станиной в соответствии с чертежами, техническими условиями, соблюдая необходимые размеры, допуски и шероховатости поверхностей. Середина оси обозначается сферическим керном, при этом разница размеров от упорных торцов предподступичных частей до керна не должна превышать 1 мм. Шейки, оси, подступичные и средние части с их галтелями упрочняют методом накатки.

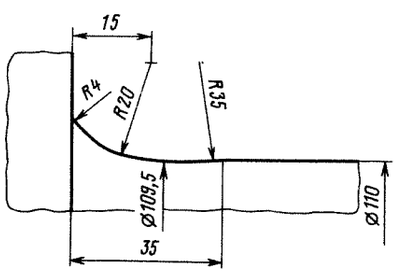


Рис. 12. Форма галтелей шеек осей колесных пар вагонов Е

Накатку производят на специальных накатных или токарных станках, оборудованных накатными устройствами.

Методом накатки осей получают необходимую шероховатость поверхности, а также повышают усталостную прочность почти вдвое и увеличивают поверхностную твердость металла на 20—30%. При этом глубина упрочненного слоя составляет 4—5 мм.

Перед формированием колесной пары подступичные части оси шлифуют на осешлифовальном станке по размерам ступицы первого и второго центров. Обрабатывают галтели и проверяют ось по всей длине магнитным ультразвуковым методом.

Бандажный колесный центр (рис. 13) состоит из центрального диска *1*, бандажа *2* и запорного кольца *3*.

Колесный центр изготавливают из малоуглеродистой стали методом литья в форму. Он имеет ступицу (удлиненную или нормальную), дисковую часть и обод. Колесный центр обрабатывают на токарно-карусельных станках: внутреннюю поверхность ступицы — для посадки на ось; наружную и торцовые части ступицы — для монтажа деталей редукторного узла; наружную и боковые поверхности обода — для посадки бандажа и запорного кольца.

Бандаж изготавливают из углеродистой стали методом раскатки на прокатных станках. Обрабатывают его на токарно-карусельных станках: внутреннюю поверхность — под посадку на центр и постановку запорного кольца; наружную поверхность и торцы бандажа — для получения необходимого профиля.

Для изготовления запорного кольца применяют стальной прокат специального профиля. Заготовка под запорное кольцо должна соответствовать его развернутой длине.

Подрезиненное колесо (рис. 14) состоит из колесного центра с удлиненной или нормальной ступицей *1*, центрального диска *3*, бандажа *4*, бандажного кольца *5*, нажимной шайбы *2*, штифта *10*, резинометаллических вкладышей *6* и крепежных деталей *7—9*.

Колесный центр с удлиненной ступицей (рис. 15) изготавливают из стали методом литья в формы с последующей механической обработкой. Второй колесный центр выполняют штамповкой из стали также с последующей механической обработкой.

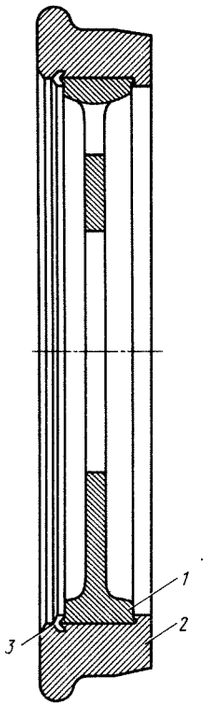


Рис. 13. Бандаж и центральный диск

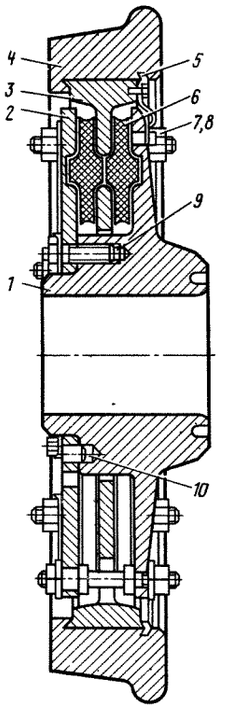


Рис. 14. Подрезиненное колесо вагона Е

Первый и второй колесные центры состоят из ступицы и диска. На удлиненной части ступицы первого центра монтируют детали редукторного узла. Внутренняя часть ступицы служит для посадки центра на

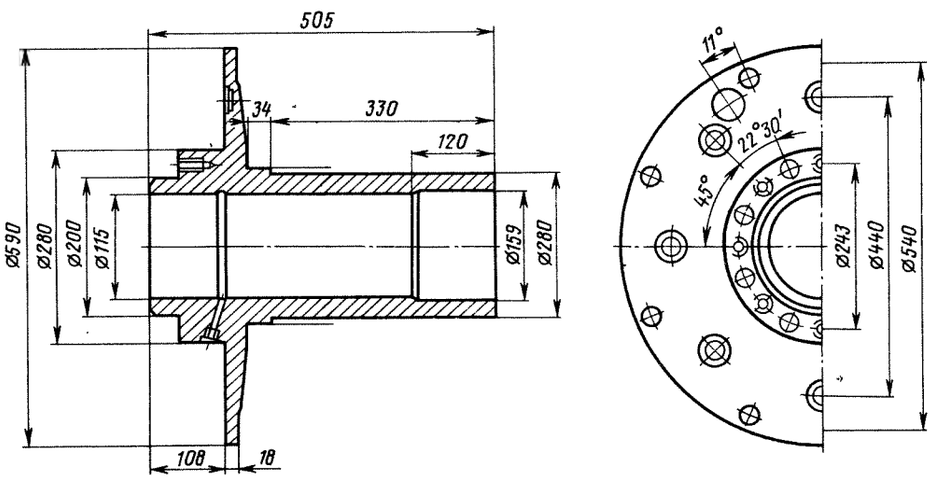


Рис. 15. Колесный центр с удлиненной ступицей

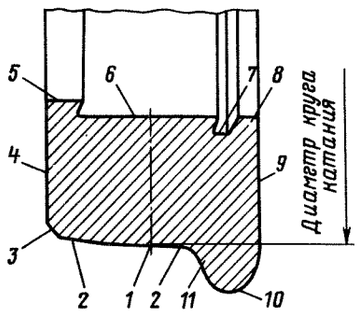


Рис. 16. Профиль бандажа

ось. На диске колесного центра по окружности диаметром 540 мм просверлены восемь отверстий диаметром 28 мм для установки шпилек; на окружности диаметром 440 мм высверлены восемь углублений под выступы вкладышей; на наружном уступе ступицы по окружности диаметром 243 мм выполнены восемь углублений под штифты и восемь резьбовых отверстий под болты.

Нажимная шайба, как и дисковая часть колесного центра, имеет углубления под выступы вкладышей, отверстия под шпильки, а также под болты и штифты.

Бандаж (рис. 16) на ободе колесного центра имеет горячую посадку, обеспечивающую натяг 0,7—0,9 мм. После посадки бандажа на центр в выточку *7* заводят бандажное запорное кольцо и затем прижимной бурт *8* бандажа обжимают на специальном прессе. Такая конструкция предохраняет сползание бандажа с центра в случае его ослабления в эксплуатации. Контроль за положением сопряженных деталей ведут по двум контрольным рискам, которые наносят краской шириной 20—25 мм на бандаж и центр, располагая их по одной прямой.

Необходимый профиль бандажа получают механической обработкой при его изготовлении или при обточке сформированной колесной пары в зависимости от принятой технологии ее формирования. За диаметр круга катания *1* принимают диаметр бандажа, расположенный на расстоянии 70 мм от внутренней грани *9*; гребень бандажа *11*, который превышает круг катания на 56 мм, сопрягается с одной стороны с внутренней гранью, а с другой — с поверхностью катания *2*, имеющей двойной уклон: 1:20 от гребня и 1:7 со стороны наружной грани. Толщину гребня измеряют на расстоянии 18 мм от вершины *10*. Профиль бандажа имеет также наружную фаску *3*, наружную

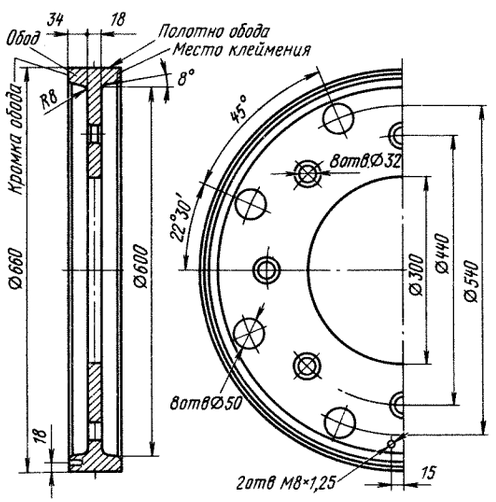


Рис. 17. Центральный диск

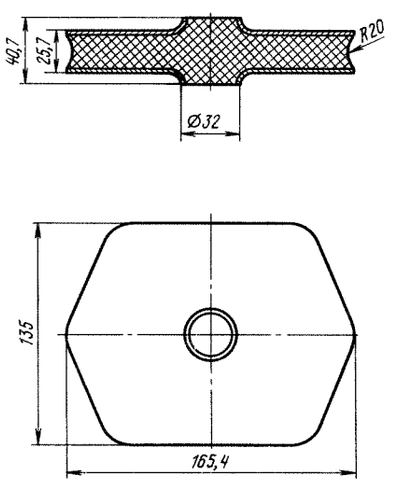
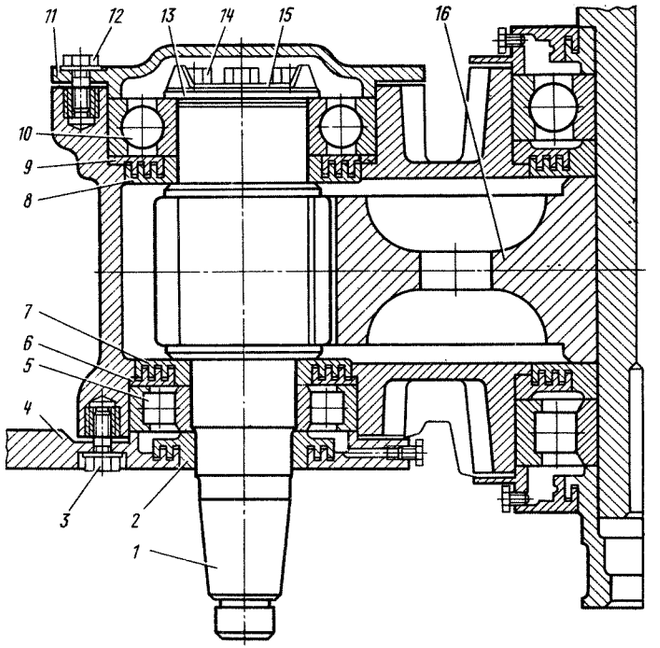


Рис. 18. Вкладыш резинометаллический

Рис. 19. Редуктор колесиой пары вагоиа Е:

1—вал-шестерня; *2, 6, 7, 8, 9*—лабиринтные кольца; *3, 12, 14*—крепительные болты; *4, 11*—крышки подшипников; *5* — роликовый подшипник; *10*—шариковый подшипник; *13*—шайба; *15*— стопорная шайба; *16*—зубчатое колесо



грань *4*, упорный бурт *5*, внутреннюю поверхность *6*.

Центральный диск (рис. 17) изготавливают методом штамповки с последующей механической обработкой. Он имеет на дисковой части восемь отверстий диаметром 32 мм для выступов вкладышей и восемь отверстий диаметром 50 мм для свободного прохода шпилек.

Бандаж насаживают на обод центрального диска горячей посадкой с натягом 0,9—1,2 мм и фиксируют установкой запорного кольца. Вкладыш резинометаллический (рис. 18) представляет собой резиновую пластину шестигранной формы, армированную с двух сторон штампованными стальными обоймами толщиной 3 мм.

Зубчатая передача. Вращающий момент от тягового двигателя колесной паре передается с помощью зубчатой передачи редуктора, представленного на рис. 19.

На всех типах отечественных вагонов метрополитена применяют одноступенчатые, цилиндрические, косозубые передачи, которые состоят из зубчатого колеса и шестерни.

Характеристика зубчатой передачи вагона Е дана ниже:

Передачиое число	5,33
Угол наклона косого зуба, град.	8
Модуль зуба в иормальном сечении	7
Угол зацеплеиия, град	20
Длина зуба, мм	110
Зазор между зубьями (конструктивио), мм	0,3—0,6
То же, в эксплуатации, мм, до.	3,5
Число зубьев зубчатого колеса.	80
» » шестерни	15

У вагонов с рамным подвешиванием и карданной передачей шестерня находится в корпусе редуктора на шариковых и роликовых подшипниках, а зубчатое колесо (рис. 20) напрессовано на удлиненную ступицу первого колесного центра или на втулку — у цельнокатаной колесной пары. Применение косозубых передач имеет следующие преимущества: в зацеплении одновременно участвуют не меньше двух зубьев, тем самым уменьшается нагрузка на них,

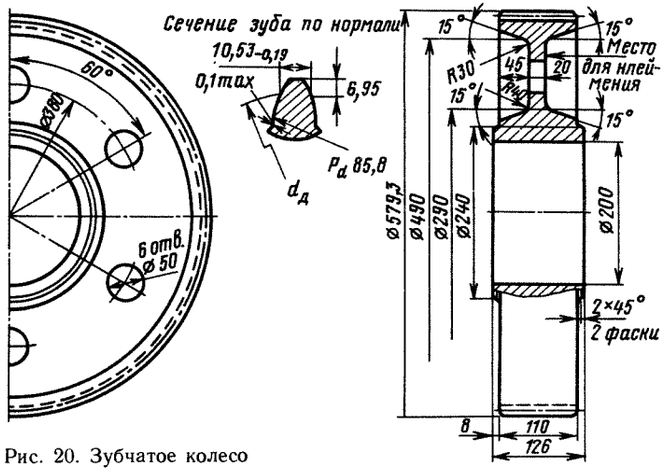


Рис. 20. Зубчатое колесо

передача работает без ударов, понижен уровень шума.

Соприкосновение рабочих поверхностей зубьев редуктора при проверке на краску должно быть не менее: 70% — по длине зубьев и 50% — по высоте. Профили рабочей поверхности зубьев у всех передач очерчены по эвольвенте — кривой, являющейся разверткой базовой окружности эволюты. Эвольвентное зацепление не чувствительно к смещению зубчатых элементов и увеличению расстояния между ними, что возможно при опорно-рамном подвешивании тяговых двигателей. Кроме того, преимуществом является простота получения профиля зубьев при нарезании их червячной фрезой.

В зубчатой передаче колесных пар вагонов метрополитена применяют цельноштампованные зубчатые колеса и цельнокованые шестерни.

Число зубьев зубчатого колеса выбирают четным, а шестерни — нечетным; при этом все зубья обкатываются друг об друга и лучше притираются. Элементы зубчатой передачи воспринимают рабочие сложные знакопеременные нагрузки и поэтому должны обладать высокой прочностью и надежностью. Для изготовления зубчатой пары применяют высоколегированные стали. Технологический процесс изготовления достаточно сложный.

Зубчатое колесо выполняют из хромоникельмолибденованадиевой стали марки 38НХЗМФА методом горячей штамповки. После штамповки заготовку нормализуют путем нагрева до 850 °С с медленным охлаждением на воздухе. При этом снижают побочные напряжения, улучшают возможность механической обработки.

После этого зубчатое колесо подвергают вторичной термообработке — улучшению.

Шестерни изготавливают из хромоникелевой стали 20Х3А. Технологический процесс изготовления достаточно сложен (нормализация, зубонарезание, цементация, закалка, низкий отпуск, зубошлифование).

При этом твердость рабочих поверхностей зубьев шестерни составляет 55—60 HRC, тогда как у зубчатого колеса она в пределах 250—285 НВ. Применение высокого перепада твердостей (1,9—2,4) позволяет значительно повысить допускаемые нагрузки и увеличить коэффициент полезного действия передачи.

Для повышения работоспособности зубчатой передачи применяют поверхностное пластическое деформирование зубьев (ППД), которое заключается в накатке поверхностей специальным инструментом. Воздействуя на внутреннюю структуру металла, этот технологический процесс способствует повышению прочности, вязкости, износостойкости. Применение ППД позволит в последующем, повышая прочностные характеристики зубчатого колеса и шестерни, использовать для их изготовления менее дорогостоящие стали.

Зубчатые передачи колесных пар вагонов метрополитена заключены в корпуса редукторов и работают на подшипниках качения. Корпус редуктора является резервуаром для смазки, служит опорой для вала шестерни и воспринимает усилие от зубчатой передачи, которое передается им на раму тележки через подвеску и на ось колесной пары через подшипники.

Корпус редуктора представляет собой массивную коробку, состоящую из двух половин — верхней и нижней. Обе половины по привалочной плоскости разъема имеют фланцы, которыми они соединяются друг с другом при помощи болтов.

Корпус редуктора изготавливают методом литья из алюминиевого сплава с последующей механической обработкой. Резьбовые отверстия под болты крепления крышек выполнены в стальных бонках, поставленных на эпоксидном клее в отверстия фланцев большой и малой горловин.

Редукторы имеют раздельную систему смазки. Она заключается в том, что полости подшипников заполняют консистентной смазкой ЛЗ ЦНИИ, а в полость редуктора заливают масло для гипоидных передач. Полости редуктора друг от друга отделены лабиринтными уплотнениями. В процессе эксплуатации смазку ЛЗ ЦНИИ добавляют через пресс-масленки, установленные в крышках редукторов.

Верхняя половина корпуса снаружи имеет приливы в виде двух ребер с отверстиями для соединения с подвеской. Точка расположения подвески редуктора выбрана таким образом, чтобы при посадке рессор тележки было обеспечено минимальное отклонение вала шестерни от вала двигателя. В верхней половине расположено отверстие для осмотра зубьев передачи и добавления смазки. На боковой стене имеется два отверстия с резьбой для установки сапуна и пальца крепления щеток заземления (ЗУМ). Сапун служит для соединения внутренней полости с атмосферой через клапан и снятия при этом внутренней компрессии.

Нижняя половина корпуса имеет люк с крышкой для осмотра зубьев и количества смазки в редукторе.

Узлы шестерни и зубчатого колеса включают подшипники, лабиринтные кольца и крышки, детали крепления, которые служат для посадки этих узлов в корпусе. Крышка узла шестерни, расположенная со стороны конусной части вала, имеет носик, который вместе с кронштейном на раме тележки служит элементом предохранения от падения редуктора.

§ 5. Букса и буксовое подвешивание

Тележки вагонов метрополитена оборудованы двухступенчатым рессорным подвешиванием, представляющим собой систему рессор или пружин и связующих деталей.

Первой ступенью является центральное подвешивание, которое обеспечивает подрессоривание кузова вагона относительно тележек. Вторая ступень — буксовое подвешивание, обеспечивающее подрессоривание рамы тележки относительно колесных пар.

Рессорное подвешивание служит для обеспечения плавного и безопасного хода подвижного состава, а также для передачи нагрузки от веса вагона и распределения ее между отдельными колесными парами. Нагрузка воспринимается колесными парами через пружины буксового подвешивания, которые

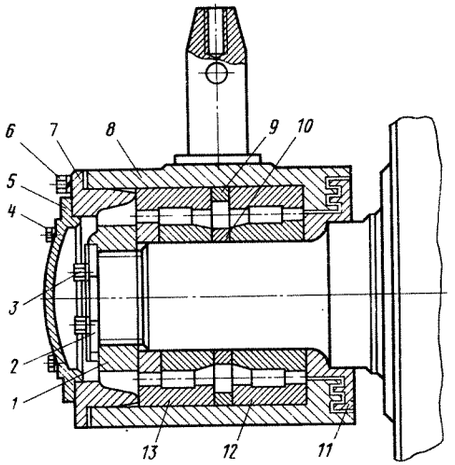


Рис. 21. Буксовый узел колесной пары

опираются на крылья корпусов букс, смонтированных на шейках осей колесных пар.

Буксовый узел (рис. 21). Этот узел колесной пары вагонов метрополитена состоит из двух цилиндрических роликовых подшипников *12* и *13*, лабиринтного кольца *11*, большого и малого дистанционных колец *9* и *10*, осевой корончатой гайки *1*, фиксирующейся стопорной планкой *2*, крепительных болтов *3, 4* и *6*, корпуса буксы *8*, крепительной крышки *7* и контрольной крышки *5*. Крепительную крышку крепят к корпусу буксы болтами, а контрольную — к крепительной.

Роликовая букса воспринимает не только радиальные усилия от передаваемой ей вертикальной нагрузки, но и осевые, возникающие от центробежной силы.

В буксах колесных пар применяют

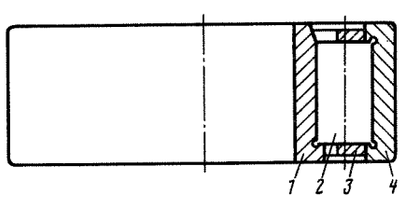


Рис. 22. Роликовый подшипник

подшипники с цилиндрическими роликами.

Подшипники (рис. 22) состоят из: внутреннего кольца *1*, закрепляемого на шейке оси; наружного кольца *4*, устанавливаемого в корпусе буксы; роликов *2*, помещенных в сепараторе *3*, который удерживает их на одинаковом расстоянии друг от друга. Сепаратор фиксируется на борта внутреннего или наружного кольца подшипника.

Внутренние кольца подшипников устанавливают на шейку оси с натягом, а наружные в корпус буксы — свободно, со скользящей посадкой. Поворачиваясь вместе с осью, внутренние кольца увлекают за собой ролики, каждый из которых вращается вокруг своей оси и перекатывается между кольцами по дорожкам качения.

Свободное перемещение роликов обеспечивается радиальным и осевым зазорами.

Радиальный зазор измеряется в свободном от нагрузок подшипнике. Он является суммой зазоров между дорожками качения колец и роликами.

Осевым зазором роликового подшипника называется значение, на которое смогут взаимно смещаться наружные и внутренние кольца вдоль оси колесной пары. Он определяется суммой зазоров между торцами ролика и бортами колец.

В буксах колесных пар применяют подшипники полузакрытого вида. Внутренние кольца таких подшипников имеют упорный борт, или вместо него съемное упорное кольцо, воспринимающее осевые нагрузки.

Подшипники, расположенные у галтели шейки оси, называются задними, а размещенные у ее торца — передними.

Цилиндрические подшипники по сравнению с другими типами подшипников проще в изготовлении и дешевле, но они требуют тщательной подборки по радиальным зазорам и точности монтажа. Разница радиальных зазоров подшипников,

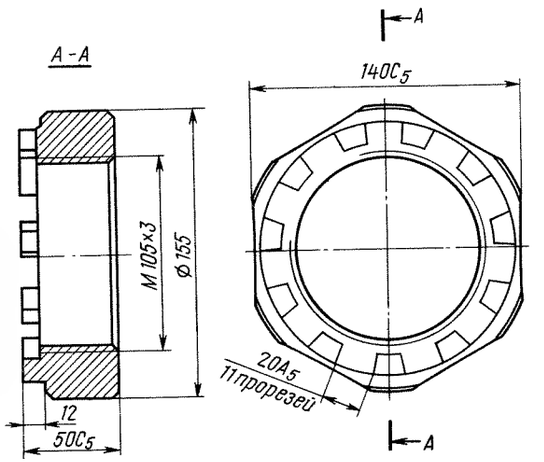


Рис. 23. Гайка осевая

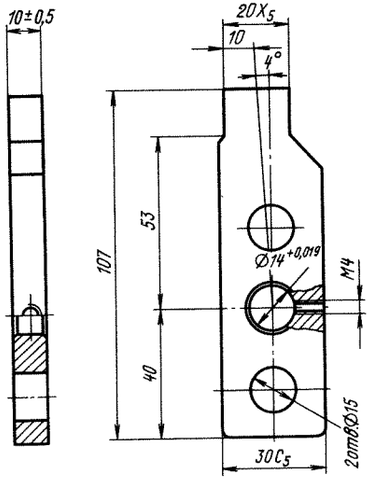


Рис. 24. Планка стопорная

установленных на одну шейку оси, допускается не более 0,04 мм.

Увеличение этой разницы приводит к перекосу корпуса буксы и вызывает неравномерное распределение нагрузок по длине роликов, что ведет к их преждевременному износу и разрушению.

Для снижения вредного влияния перекоса букс на работу подшипников и более равномерного распределения нагрузок на ролики их изготавливают не цилиндрической формы, а с модифицированной образующей, т. е. выполненной по кривой большого радиуса.

Кольца и ролики подшипников изготавливают из хромистой стали ШХ 15, которая обладает высоким пределом упругости и сопротивлением усталости. Эти свойства стали необходимы, так как детали подшипников работают в условиях многократного переменного напряжения сжатия.

Сепараторы цилиндрических подшипников рамной конструкции с гнездами для роликов выполняют из латуни методом центробежного литья.

Крепление внутренних колец подшипников на шейку оси осуществляют методом горячей посадки и обеспечивают за счет натяга, который получается от разницы диаметров шейки оси и внутреннего кольца.

Диаметр отверстия внутреннего кольца до нагрева должен быть меньше диаметра шейки оси. При нагреве до 110—120°С кольцо расширяется и без усилия надевается на шейку, а остывая, оно сжимается, плотно обхватывая ее.

Усилие, возникающее за счет натяга, удерживает кольцо от проворота на шейке во время эксплуатации.

Крепление подшипников и предотвращение их от сдвига в осевом направлении осуществляют при помощи шестигранной гайки с резьбой М105, которая навинчивается на резьбовую часть шейки оси. Гайка (рис. 23) изготавливается из стали 35, на наружной стороне которой имеется 11 пазов для установки в них хвостовика стопорной планки (рис. 24), размещенной в пазу на торце шейки и крепящейся двумя болтами М14.

Болты крепления планки стопорятся проволочной скруткой в виде восьмерки.

Корпус буксы (рис. 25) изготавливают из стали марки 25Л методом

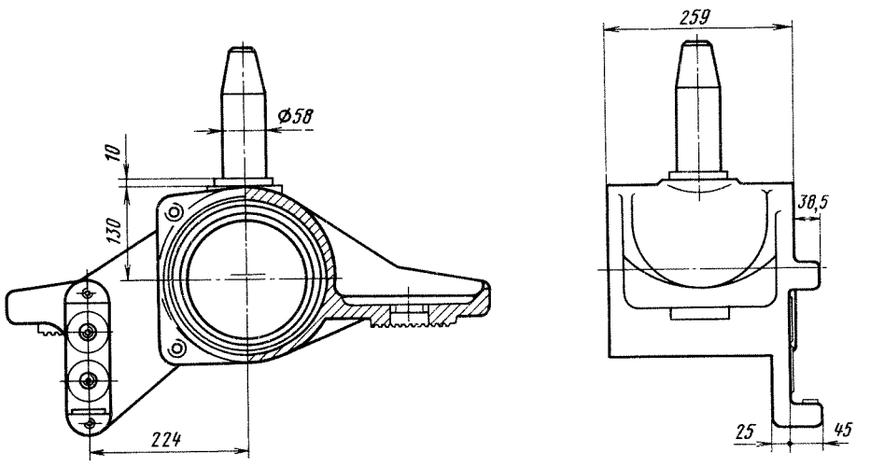


Рис. 25. Корпус буксы

литья с последующей механической обработкой. Внутреннюю поверхность корпуса растачивают под скользящую посадку наружных колец подшипников.

На торце корпуса со стороны заднего подшипника протачивают лабиринтные канавки, в которые при монтаже буксы входят выступы лабиринтного кольца. Кольцо горячей посадкой крепят на предподступичную часть оси.

Лабиринтная часть буксы предохраняет подшипники от попадания в них влаги и загрязнения, а также препятствует выбросу смазки из буксы.

С боковых сторон корпуса имеются два прилива в виде крыльев. В верхней части они имеют гнезда для установки в них деталей буксового подвешивания. На нижних плоскостях крыльев нарезаны гребенки и просверлены отверстия под болты М16 для крепления боковых поводков.

В верхней части корпуса буксы приварен предохранительный штырь диаметром 40 мм. При монтаже рамы на колесные пары штыри букс с зазором в 2—3 мм входят во втулки, вваренные в продольные балки рамы. При изломе поводков связь колесных пар с рамой осуществляется с помощью штырей.

В переднем торце корпуса имеется 8 резьбовых отверстий М20 для болтов крепления крепительной упорной крышки. Выступом крепительная крышка входит в корпус буксы и упирается в наружное кольцо переднего подшипника, закрепляя его.

На левом или правом крыле каждой буксы имеется кронштейн крепления токоприемника.

Монтаж буксового узла колесной пары состоит из трех операций: монтажа деталей на предподступичную часть и шейку оси; сборки деталей в корпусе буксы; монтажа корпуса буксы с деталями на шейке оси и окончательного крепления буксы на оси.

Лабиринтное кольцо в горячем состоянии насаживают на предподступичную часть оси до упора бурта в торец предподступичной части.

Внутреннее, бортовое кольцо заднего подшипника 3042822 Л1М в нагретом состоянии монтируют на шейке оси до упора в лабиринтное кольцо.

Малое дистанционное кольцо устанавливают в холодном состоянии, затем на шейку насаживают нагретое внутреннее безбортовое кольцо переднего подшипника 30232822 Л2М.

Все детали поджимают упорным кольцом и осевой гайкой. В таком

состоянии детали остывают до температуры окружающей среды.

Одновременно производят монтаж деталей в корпус буксы.

Корпус устанавливают в вертикальное положение на лабиринтный торец. В канавку устанавливают войлочное уплотнение и на внутреннюю поверхность корпуса наносят тонкий слой смазки ЛЗ ЦНИИ. Затем в корпус последовательно опускают под собственным весом блок заднего подшипника (наружное кольцо с сепаратором и роликами), большое дистанционное кольцо и блок переднего подшипника. Ролики закрывают слоем смазки ЛЗ ЦНИИ.

После остывания внутренних колец на шейке оси отворачивают осевую гайку, снимают упорное кольцо подшипника и щупом 0,05 мм проверяют зазоры между кольцами. Допускается прохождение щупа на половине длины окружности.

Корпус буксы вместе с блоками подшипников надевают на шейку до упора роликов заднего подшипника в борт внутреннего кольца, смонтированного на шейке. Устанавливают упорное кольцо переднего подшипника и производят затяжку осевой гайки. Гайка фиксируется стопорной планкой, хвостовик которой имеет наклон относительно продольной оси под углом 4°.

Сделано это для того, чтобы в одном из четырех возможных положений планки в пазу на торце оси хвостовик попадал в паз коронки осевой гайки. Затем фиксируют планку двумя болтами и проволочной скруткой.

Крепительная крышка выступом закрепляет наружное кольцо переднего подшипника, исключая возможность его осевого перемещения. Затяжку крышки производят четырьмя болтами М20 с пружинными шайбами.

Болты затягивают равномерно, чтобы между фланцем крышки и торцовой поверхностью корпуса буксы оставался равномерный зазор, не менее 1,5 мм по всей окружности крышки.

В собранный буксовый узел закладывают смазку ЛЗ ЦНИИ, общее количество которой должно быть приблизительно 1,6 кг.

Буксу закрывают контрольной крышкой на четырех болтах М12. Правильность монтажа буксового узла проверяют по легкости поворота буксы от руки. Разбег буксы вдоль оси колесной пары или аксиальный разбег должен быть в пределах 0,6—1,1 мм.

Радиальный зазор в подшипниках допускается в пределах 0,1—0,35 мм.

Буксовое подвешивание. Тележки вагонов метрополитена первых выпусков имели челюстное буксовое подвешивание. Связь рамы тележки с колесными парами и передача тягового усилия осуществлялись при помощи челюстей, приваренных попарно к продольным балкам рамы и образующих буксовый проем. При монтаже тележки буксы колесных пар по специальным направляющим на корпусе устанавливались между челюстями в буксовом проеме рамы. Во время движения вагона боковые удары, возникающие при прохождении кривых участков пути и случайных неровностях, жестко воздействовали на раму тележки, а силы трения между челюстями и направляющими букс полностью передавались на надрессорное строение.

Для улучшения плавности хода подвижного состава и снижения дополнительных нагрузок, передаваемых раме тележки, на вагонах Е и всех последующих сериях применяют бесчелюстное буксовое подвешивание (рис. 26), которое состоит из: буксовых (прямых) поводков *1*, крайнего (изогнутого) поводка *2* деталей крепления поводков к буксе и к кронштейнам рамы *9* и *7*, двух комплектов двухрядных цилиндрических пружин *3*, верхних *6* и нижних *8* опор, резиновых *4* и регулировочных *5* прокладок, крепительных болтов М16 *7, 9*.

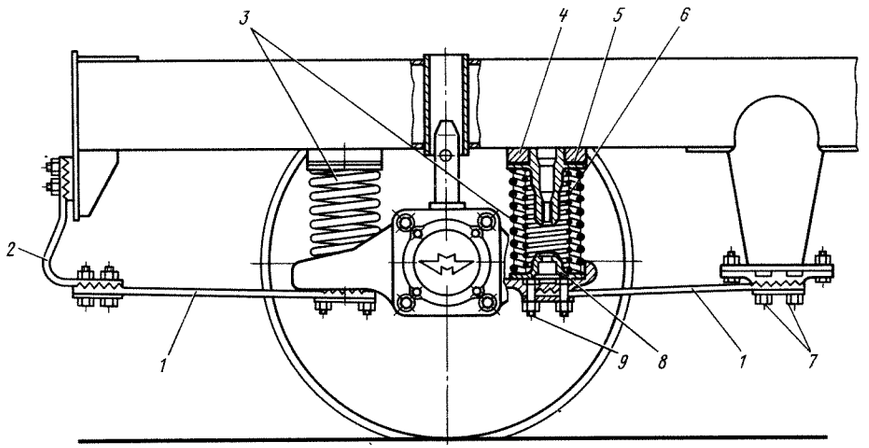


Рис. 26. Бесчелюстное буксовое подвешивание

Связь колесных пар с рамой тележки осуществляют при помощи поводков, которые ведут и удерживают колесную пару в положении, перпендикулярном оси пути. Наличие крайнего (изогнутого) поводка позволяет колесной паре смещаться в поперечном и продольном направлениях относительно рамы тележки, что обеспечивает плавное вписывание подвижного состава в кривые участки пути. За счет крайних поводков также компенсируются монтажные погрешности и отклонения, допустимые при изготовлении поводков, корпусов букс и рам тележек.

Во время движения поводки подвергаются одновременному действию различных нагрузок. Они изгибаются в вертикальной плоскости при просадке рамы тележки, упруго деформируются в поперечном направлении при прохождении тележками кривых участков пути, растягиваются и сжимаются при торможении и трогании с места подвижного состава. Наибольшие нагрузки испытывает буксовый поводок, жестко соединенный с кронштейном рамы тележки.

Для удовлетворительной работы поводков большое значение имеет правильная технология их изготовления и строгое выполнение всех технических требований, предъявляемых к поводкам.

Поводки изготовляют из полосовой рессорной стали марки 60С2А шириной 90 мм. На концах имеются гребенки с четырьмя отверстиями диаметром 17,6 мм. Высота зубьев гребенок 2,7 мм. Нарезку гребенок производят методом фрезерования гребенчатой фрезой. Минимальная толщина гребенок — 12,5 мм, а средней части поводка —7 мм.

Среднюю часть поводка обрабатывают фрезеровкой или прокаткой заготовок на специальных ковочных вальцах. Отверстия в гребенках для крепежных болтов сверлят в специальном кондукторе, обеспечивающем взаимное расположение зубьев гребенки и осей отверстий с отклонением не более 0,2 мм.

После механической обработки поводки подвергают термообработке и упрочняющему дробенаклепу. В процессе выполнения данных операций возможна остаточная деформация поводков, поэтому их все проверяют на специальном приспособлении. Смещение одного конца поводка при закрепленном втором конце по гребенке и четырем отверстиям допускается не более двух миллиметров, при больших отклонениях разрешается поводки править в холодном состоянии с последующей термообработкой для снятия внутренних напряжений.

Готовые поводки контролируют на магнитном дефектоскопе. Трещины, расслоения, а также другие дефекты и их исправление не допускаются.

Отклонения, допущенные при изготовлении поводков, вызывают в процессе эксплуатации дополнительные нагрузки, которые приводят к излому поводков, преждевременному, интенсивному износу зубьев гребенок на кронштейнах рамы и корпусах букс, а также являются причиной нагрева буксовых подшипников.

Крепление поводков к кронштейнам рамы и крыльям букс производят болтами М16, при этом зубья гребенок поводков должны входить во впадины гребенок кронштейнов и букс. Затяжку болтов выполняют тарированным ключом или гайковертом с моментом 98—117 Н·м. Такой вид крепления обеспечивает надежное соединение поводков с буксами и рамой тележки.

В процессе эксплуатации установлено, что наиболее часто образование трещин и излом поводков происходят в зоне перехода гребенки в рабочую часть поводка, а также в сечении гребенки, ослабленном отверстиями под крепежные болты. С целью увеличения срока службы поводков и более надежной его работы на тележках вагонов 81-717, 81-714 применяют буксовые поводки переменного сечения (рис. 27).

Эти поводки изготавливают из более широкой полосовой стали — 110 мм, т. е. зона трещинообразований усилена.

Рабочая, средняя часть поводка выполнена более узкой, что делает его гибче и способствует более равномерному распределению нагрузок по всей длине поводка.

С целью устранения микродефектов, образовавшихся при прокатке полосовой стали, а также для удаления с поверхностей поводка обезуглероженного слоя металла заготовки поводков по всем поверхностям подвергают механической обработке.

Опыт эксплуатации таких поводков показал, что срок их службы больше по сравнению с поводками, применяемыми на вагонах Е и его модификаций.

В качестве рессор на тележках вагонов используют цилиндрические пружины (рис. 28), изготавливаемые из прутков круглого сечения пружинной стали марки 60С2А-3В-Б.

Пружины характеризуют их жесткостью или обратной ее величиной — гибкостью. Правильный выбор этих параметров позволяет обеспечить безопасность движения и плавный ход подвижного состава. При изготовле-

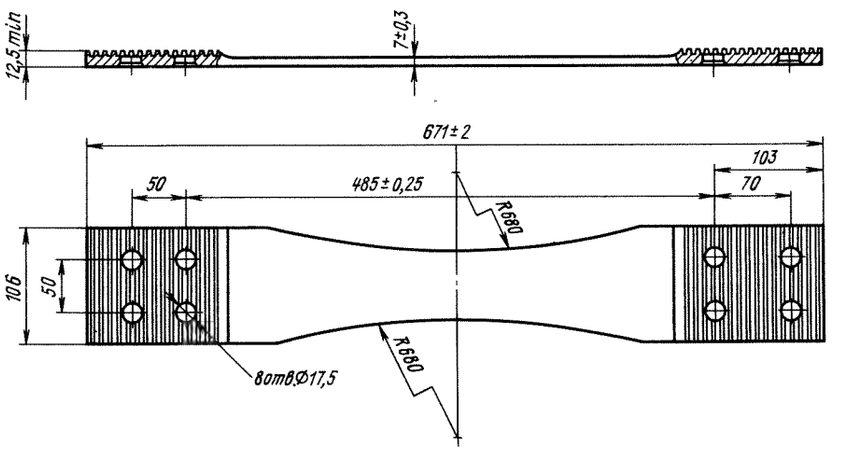


Рис. 27. Буксовый поводок переменного сечения

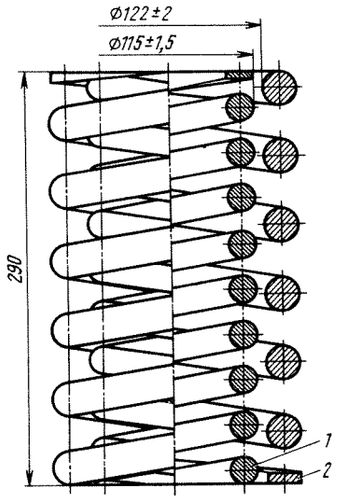


Рис. 28. Пружины цилиндрические:
1—наружная пружина; *2*—внутренняя

нии пружин верхний и нижний витки выполняют так, чтобы их опорные поверхности были плоскими и перпендикулярными оси пружины.

Жесткость пружин зависит от их диаметра, числа витков, толщины прутка, а также от высоты пружин в свободном состоянии. При недостаточной прочности одной пружины используют комплект пружин из двух, вложенных одна в другую. Двухрядные пружины применяют в рессорном подвешивании тележек всех типов вагонов метрополитена. При конструировании пружин диаметры витков и поперечного сечения прутков одного комплекта подбирают так, чтобы напряжение обоих пружин было одинаковым, иначе в результате неравномерного распределения нагрузок возможно перенапряжение стали в одной из пружин и ее излом.

Для более равномерного распределения нагрузок между комплектами перед монтажом рессорного подвешивания пружины подбирают по высоте в свободном состоянии и при нагрузке, которую воспринимает один комплект пружин под весом вагона.

Разность высот внутренней и наружной пружин одного комплекта в свободном состоянии допускается не более 2 мм. Разность высот комплектов для одной колесной пары под нагрузкой «тара» вагона допускается не более 3 мм.

На тележках вагонов 81-717, 81-714 в буксовом подвешивании установлены пружины более жесткие по сравнению с пружинами тележек типа Е.

Жесткость пружин увеличена за счет применения при их изготовлении прутков большего диаметра: для наружных пружин 28 мм вместо 27 мм; для внутренних пружин 18 мм вместо 17 мм, а также за счет увеличения высоты пружин в свободном состоянии до 290 мм вместо 275 мм. Характеристиками пружин являются их высота при наибольшем сжатии (до соприкасания витков) и направление навивки. Как правило, пружины одного комплекта выполняют с разным направлением навивки, левым и правым. Делается это для того, чтобы при сжатии одна пружина служила направляющей для другой, а витки не западали друг в друга.

Недостатком пружин является их неспособность гасить высокочастотные колебания, вредно действующие на организм человека. Эффективным гасителем этих колебаний служит резина, одновременно обладающая ценным свойством — хорошей звукоизоляцией. Поэтому вместе с пружинами в рессорном подвешивании устанавливают резиновые прокладки, позволяющие значительно смягчить толчки и снизить уровень шума в салоне вагона во время движения.

На вагонах Е установлены прокладки толщиной 33 мм, наружный диаметр которых соответствует наружному диаметру пружин.

На тележках вагонов 81-717, 81-714 толщина прокладок уменьшена до 23 мм за счет увеличения высоты пружин.

Чтобы задать направление, в котором должны работать пружины,

и объединить наружную и внутреннюю пружины в комплект, в рессорном подвешивании применяют верхние и нижние опоры.

Опоры представляют стальной диск, в центре которого имеется конический выступ. При монтаже буксового подвешивания опоры коническим выступом входят во внутреннюю пружину комплекта.

Суммарная высота конических частей верхней и нижней опор рассчитана таким образом, чтобы при максимальном сжатии пружин они упирались друг в друга. В случае излома пружин во время движения вагона опоры препятствуют выпадению пружин и частично воспринимают нагрузку.

Для того чтобы при необходимости без выкатки и разборки тележек можно было заменить комплект пружин или резиновую прокладку, в нижней опоре имеется углубление диаметром 50 мм и глубиной 28 мм и сквозное отверстие в центре диаметром 24 мм. В это отверстие и через отверстие в крыле буксы вставляют технологический болт с резьбой М22, который ввинчивают в резьбовое отверстие конической части верхней опоры.

Завинчивая технологический болт, максимально сжимают комплект пружин, после чего, приподняв с помощью гидравлического домкрата раму тележки, заменяют прокладку или весь комплект пружин.

Для снижения на поводки статических нагрузок, возникающих при перегрузке вагона в часы «пик», при монтаже буксового подвешивания производят регулировку высоты комплектов пружин с деталями путем установки дополнительных прокладок толщиной до 8 мм.

При перегрузке вагона рама тележки опускается и поводки получают обратный прогиб. Оптимальный размер зазора между буксой и рамой тележки определен опытным путем и равен 55 мм. Замер выполняют между заплечиками предохранительного штыря, приваренного на корпусе буксы, и торцом втулки, вваренной в продольную балку рамы тележки при нагрузке «тара» вагона. Компенсирующие прокладки устанавливают между верхней опорой и резиновой прокладкой комплектно на все пружины колесной пары.

Большое значение на работу буксового подвешивания оказывает положение гребенок на кронштейнах рамы, а также положение самих кронштейнов крепления поводков. При монтаже буксового подвешивания гребенки поводков должны точно совпадать с гребенками рамы. При отклонениях положения гребенок, а также в результате деформации или извернутости рамы, которую она может получить в процессе эксплуатации, для обеспечения прочного соединения (зубья гребенок поводков должны попасть во впадины гребенок рамы) поводки приходится упруго деформировать, т. е. еще до начала эксплуатации поводки находятся в напряженном состоянии, что отрицательно сказывается на их работе и работе всего буксового подвешивания.

При креплении поводков к крыльям букс и кронштейнам рамы под головки болтов устанавливают специальные стальные прокладки толщиной 15 мм.

На одной торцовой кромке прокладки делают полукруглую фаску. При монтаже поводков прокладки размещают так, чтобы фаска была обращена к средней части поводка. Делается это для того, чтобы зона, в которой поводок наиболее интенсивно подвергается упругой деформации и имеет концентраторы напряжений в виде впадин гребенки, смещалась на 20—30 мм к средней части поводка. Это приводит к более равномерному распределению нагрузок, воздействующих на поводок.

Болты М16, которыми крепятся поводки, изготавливают из стали 40 Х.

Пружинные шайбы предохраняют болты от самоотворачивания. Крепление поводков к буксам колесных

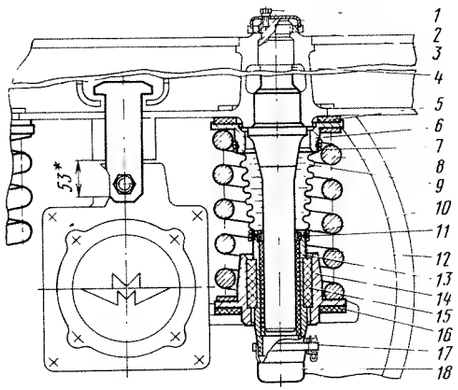


Рис. 29. Шпинтонное буксовое подвешивание

пар, крайних поводков к раме тележки, а также соединение крайних поводков с буксовыми осуществляют при помощи болтов с гайками и наружными шайбами.

Болты, соединяющие прямые поводки с кронштейнами рамы, ввинчивают попарно в специальные планки с двумя резьбовыми отверстиями, которые вставляют в пазы гребенок. В связи с большим количеством дефектов, образующихся в буксовом подвешивании (трещины и изломы поводков, крепежных деталей, износы гребенок, трещины в кронштейнах крепления буксовых поводков и продольных балках рамы в зоне приварки этих кронштейнов), было принято решение о разработке модернизированного шпинтонного буксового подвешивания.

С 1988 г. начат выпуск вагонов метрополитена со шпинтонным буксовым подвешиванием, в котором функцию поводков выполняет шпинтонный узел.

Буксовое подвешивание (рис. 29) состоит из двух однорядных цилиндрических пружин, установленных через резиновые кольцевые прокладки и опоры на крыльях буксы. На них через резиновые прокладки и верхние опоры опираются продольные балки рамы тележки.

Продольные и боковые усилия, возникающие при движении вагона по рельсовой колее, передаются от колесной пары к раме последовательно через шпинтоны *4*, пластмассовые втулки *10*, стаканы *12*, резиновые втулки *15*, опоры *14*, резиновые кольца *16* крыльев букс.

Вертикальную нагрузку от рамы крылья буксы воспринимают через пружины *8*, деформации которых практически не препятствует пара трения шпинтон — полимерная втулка. Таким образом, вертикальную жесткость буксового подвешивания определяют пружины *8* и резиновые кольца *16*, *5*, установленные под нижней *14* и верхней *6* опорами.

Шпинтоны запрессованы в раму с натягом 0,013—0,062 мм. Верхний конец шпинтона имеет наружную резьбу, на которую навинчивается круглая гайка *3*. Стопорение гайки осуществляют с помощью стопорной планки *2* и фиксирующего болта *1* с пружинной шайбой. Пластмассовая втулка *12* зафиксирована в стакане *13* круглой гайкой *10*.

Для исключения загрязнения рабочих поверхностей пары трения шпинтонный узел снабжен чехлами *9* и колпачками *18*.

Чехлы от сползания закреплены проволокой *7*, *11*, а колпачки — хомутиками *17*.

§ 6. Центральное подвешивание

Рессорное подвешивание состоит из буксового и центрального. Последнее служит для передачи тягового усилия от тележки кузову вагона, нагрузки от веса кузова на раму тележки, а также подрессоривает кузов относительно тележек, смягчая толчки и удары, возникающие от неровностей рельсового пути и при вписывании в кривые участки во время движения подвижного состава.

Для снижения сил трения, вредно сказывающихся на надрессорном строении при передаче жестких ударов, в центральном подвешивании, как и в буксовом подвешивании тележек, применяют двухрядные цилиндрические пружины. По конструкции, а также по технологии изготовления и ремонта они значительно проще листовых эллиптических рессор. Подвешивание, выполненное с применением цилиндрических пружин, более чем в полтора раза легче эквивалентного по статическому прогибу рессорного подвешивания с эллиптическими рессорами.

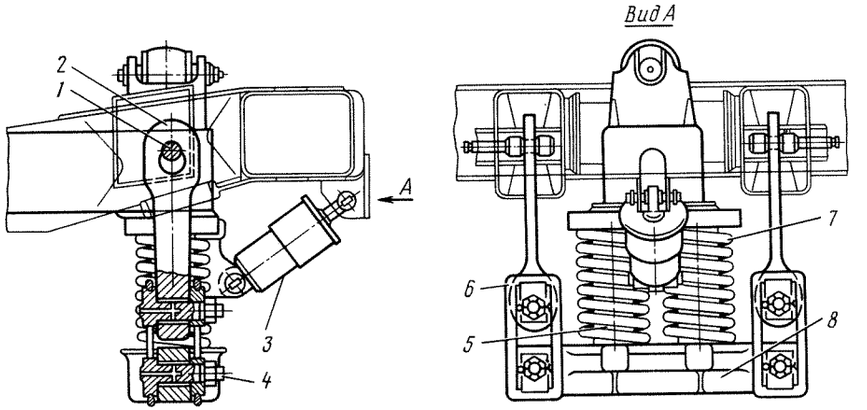


Рис. 30. Центральное рессорное подвешивание:
1—валики центрального подвешиваиия; *2*—серьга; *3*—гидравлический амортизатор; *4*—валик; *5*—пружина внутреииия; *6*—подвеска рамочная; *7*—пружина наружиая; *8*—поддои

Однако почти полное отсутствие сил сопротивления при работе центрального подвешивания является существенным недостатком. От каждого толчка, переданного от колес на раму, кузов вагона долго раскачивается на рессорном подвешивании. Для гашения колебаний, возникающих при движении подвижного состава в центральном подвешивании тележек, применяют гидравлические амортизаторы.

Центральное подвешивание (рис. 30) тележек вагонов Е, Еж, их модификаций и 81-717, 81-714 состоит из центральной балки с пятниковым устройством и роликовыми скользунами, четырех комплектов двухрядных цилиндрических пружин с верхними и нижними опорами и резиновыми прокладками, двух поддонов, в гнезда которых устанавливают комплекты пружин, четырех двухшарнирных серег, закрепленных в поперечных балках рамы четырьмя валиками центрального подвешивания. При помощи восьми валиков средних и нижних шарниров с шайбами-опорами и 16 рамок-подвесок поддоны шарнирно соединены с серьгами. Центральная балка шарнирно связана с рамой тележки двумя гидроамортизаторами. Для предохранения от падения на путь во время движения в случае обрыва элементов подвешивания на специальных кронштейнах поперечных балок рамы закреплены через предохранительные скобы.

Центральное подвешивание не регулируют по высоте. Составные подвески в местах сочленения имеют шарниры с хорошей подвижностью в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

Центральная балка *4* (рис. 31) сварной конструкции имеет коробчатое сечение, изготавливается из стального листа и литых деталей. По концам верхней полки балки приварены литые опоры для обрезиненных роликовых скользунов *5*, а к нижней полке — две опоры с круглыми гнездами. Балка этими гнездами опирается через резиновые прокладки и опоры на комплекты пружин.

На торцах к нижним опорам балки приварены кронштейны крепления гидроамортизаторов. На боковых полках с двух сторон приварены четыре наличника боковых

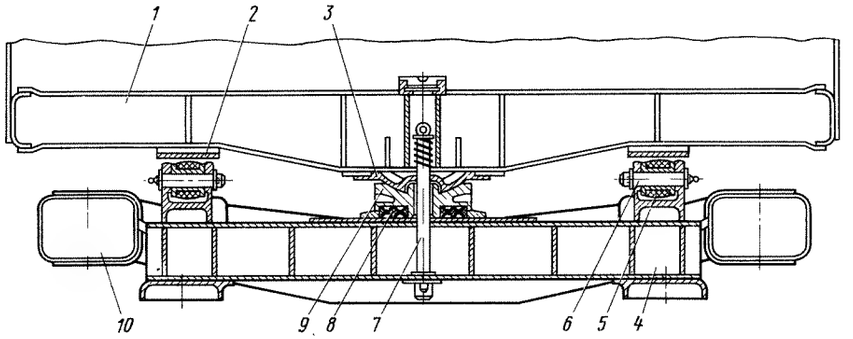


Рис. 31. Центральная балка с пятниковым устройством:
1—балка шкворневая рамы кузова; *2*—скользун; *3*—пятник; *4*—балка центральная; *5*—ролик скользуна; *6*—валик; *7*—шкворень с пружиной; *8*—резинометаллнческий амортизатор; *9*—подпятник; *10*—рама тележки

скользунов, которые ориентируют балку в центральном проеме рамы и служат для передачи тяговых усилий.

В центре верхняя и нижняя полки имеют сквозное отверстие диаметром 85 мм, в которое входит шкворень *7*, закрепленный в шкворневой балке *1* рамы вагона. При помощи шкворня осуществляют связь кузова с тележкой.

На верхней полке балки в центре приварена центрирующая накладка с круглым гнездом, в которое устанавливают резинометаллический амортизатор *8* и подпятник *9* с вогнутой сферической опорной поверхностью. Пятник *3*, закрепленный на шкворневой балке *1* рамы вагона, выпуклой сферической поверхностью входит в подпятник. В центре пятник и подпятник имеют отверстие для шкворня, а на опорных сферических поверхностях — радиальные и кольцевые смазочные канавки. Перед монтажом на вагон пятник и подпятник проверяют на площадь соприкосновения опорных поверхностей, которая должна быть не менее 75 %. Контроль производят при помощи краски. Роликовые скользуны (рис. 32) устанавливают в верхних опорах на валиках.

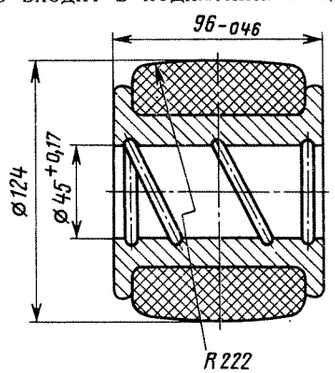


Рис. 32. Ролик скользуна

Металлический ролик имеет форму катушки, изготавливается методом штамповки из стали с последующей механической обработкой. Отверстие для валика диаметром 45 мм имеет спиральную смазочную канавку. Обработанный ролик обрезинивают в пресс-форме. Наружный диаметр обрезиненного ролика 124 мм, опорная поверхность резины выполнена радиусом 222 мм. В эксплуатации не допускаются отслоение резины от металлической арматуры, а также трещины, надрывы и другие повреждения резины.

Валик ролика (рис. 33) изготавливают из стали 40 Х. Он имеет со стороны головки центральное отверстие для смазки глубиной 62 мм и отверстие диаметром 6 мм для выхода смазки на рабочую поверхность. В коническую резьбу К 1/8″ завинчивают пресс-масленку, через которую в процессе эксплуатации

запрессовывают смазку. Валик с роликом в опоре фиксируют шплинтом диаметром 8 мм.

Четыре комплекта пружин устанавливают попарно в гнезда двух поддонов, подвешенных при помощи рамочных подвесок и валиков нижних и средних шарниров к серьгам. Серьги при помощи валиков центрального подвешивания закреплены в поперечных балках рамы тележки (верхний шарнир).

Валики центрального подвешивания (рис. 34) изготовлены из стали 40 Х, по концам имеют опорные цилиндрические поверхности диаметром 60 мм и длиной 40 мм. Средняя часть валика, на которой подвешивается серьга, имеет седлообразную форму с радиусом 100 мм. В торце валика сверлят глухое осевое отверстие диаметром 11,5 мм и нарезают коническую резьбу К 1/4″, в которую ввинчивают колпачковую масленку или специальный наконечник с пресс-масленкой. В цилиндрических частях валик имеет четыре отверстия диаметром 5 мм для подачи смазки к опорным, трущимся поверхностям.

После механической обработки валик подвергают термообработке, среднюю часть зачищают наждачной бумагой. Валик контролируют на магнитном дефектоскопе. Трещины и другие дефекты не допускаются.

Серьги центрального подвешивания (рис. 35) изготавливают методом штамповки из стали 35 с последующей механической обработкой проушин, расположенных по концам серьги во взаимно-перпендикулярных плоскостях. Верхняя проушина имеет фигурное отверстие, выполненное по двум диаметрам со смещением центров по оси серьги. В это отверстие вставляется валик центрального подвешивания и закрепляет серьгу в поперечной балке рамы тележки. Опорная поверхность отверстия термообработана до твердости HRC 40 на глубину от 1 до 4 мм.

В нижней проушине сверлят отверстие диаметром 55 мм и за-

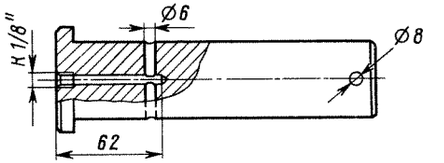


Рис. 33. Валик ролика скользуна

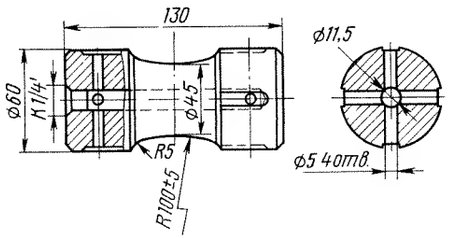


Рис. 34. Валик центрального подвешивания

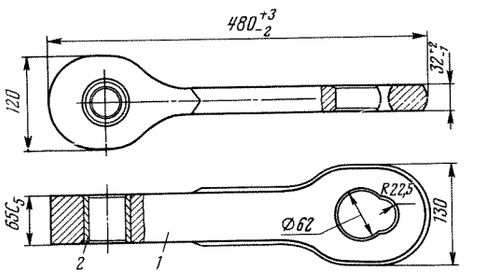


Рис. 35. Серьга *1* центрального подвешивания с втулкой *2*

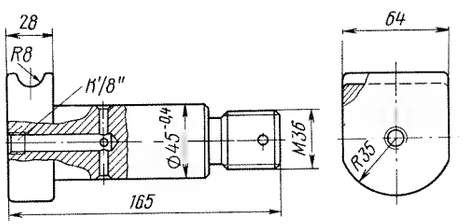


Рис. 36. Валик средних и нижних шарниров

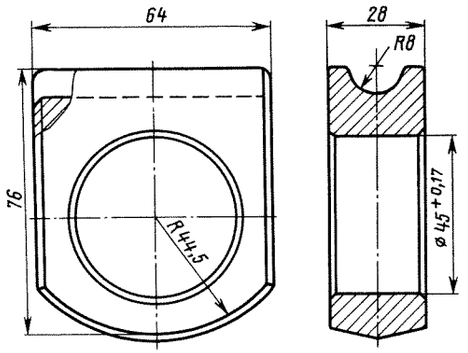


Рис. 37. Опора

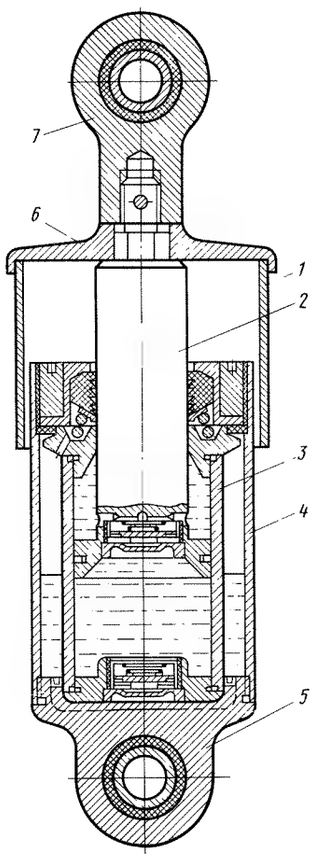


Рис. 38. Гидравлический амортизатор:
1—кожух; *2*—поршень-шток; *3* —рабочий цилиндр; *4*—дополнительный цилиндр; *5*—нижняя головка; *6*—крышка; *7*—верхняя головка

прессовывают втулку. При монтаже центрального подвешивания в отверстие нижней проушины вставляют валик с опорой (средний шарнир). Вновь изготовленные серьги подвергают испытанию на растяжение нагрузкой 150 кН в течение 3 мин, после чего их проверяют на магнитном дефектоскопе. Дефекты и их исправление не допускаются.

Валики средних и нижних шарниров (рис. 36) изготавливают из стали 40 Х методом штамповки с последующей механической обработкой. Головка валика имеет прямоугольную форму с одной закругленной гранью. На прямой грани находится продольная полукруглая выемка радиусом 8 мм. Цилиндрическая часть валика диаметром 45 мм имеет резьбу на конце. Длина цилиндрической части без резьбы на 28 мм больше толщины проушины серьги. На свободную часть валика при монтаже надевают опору (рис. 37), которая повторяет форму головки валика с центральным отверстием диаметром 45 мм. Валики с опорами в серьгах и поддонах закрепляют корончатыми гайками М36 и фиксируют шплинтами. Для подачи смазки к трущимся поверхностям шарниров в торцах валиков со стороны головок имеются осевые смазочные отверстия диаметром 8,6 мм и по два радиальных отверстия диаметром 6 мм. Осевые отверстия имеют коническую резьбу К 1/8″ для пресс-масленок.

Валики с опорами монтируют в отверстиях приливов нижних поддонов центрального подвешивания (нижний шарнир). Соединение среднего и нижнего шарниров выполняют при помощи рамочных подвесок.

Подвески изготавливают из стали 35 методом штамповки с последующей механической обработкой опорных поверхностей. Готовые подвески подвергают испытанию на растяжение с нагрузкой 80 кН. Остаточное удлинение подвесок не допускается.

После испытания на растяжение подвески контролируют на магнитном дефектоскопе. Дефекты, выявленные дефектоскопией, не допускаются.

Перед монтажом центрального подвешивания на тележку пружины подбирают в комплекты по высоте в свободном состоянии и под нагрузкой. Разность комплекта пружин должна быть не более 2 мм, а разность высот пружин одной тележки — не более 3 мм. Осуществляют подбор подвесок по длине. Разность внутренних размеров двух подвесок для каждой серьги должна быть не более 0,5 мм. Во все трущиеся поверхности в шарнирных соединениях закладывают смазку УС-2 (солидол жировой) или ЛЗ ЦНИИ.

При установке предохранительных скоб проверяют зазор между предохранительной скобой и поддоном, который должен быть в пределах 15—25 мм.

Учитывая, что центральное подвешивание не регулируется по высоте, зазор обеспечивается подбором скоб или постановкой деревянных прокладок на предохранительные скобы.

Гидравлический гаситель колебаний (рис. 38) устанавливают на тележках под углом 35° к горизонтальной плоскости. Такая установка позволяет гасить как вертикальные, так и горизонтальные колебания подвижного состава. Гаситель крепят одним концом к кронштейну центральной балки, а другим к кронштейну на продольной балке рамы тележки. Он состоит из рабочего цилиндра, в котором перемещается поршень с уплотнительным кольцом. В поршне и в нижней части цилиндра имеются клапаны.

Нижний клапан состоит из стакана, в котором располагаются регулировочные прокладки толщиной 0,18—0,2 мм в количестве 8—12 шт., а также из дроссельной прокладки, нажимной пружины и прокладки-звездочки. Клапаны в поршне и в днище рабочего цилиндра закреплены специальными гайками. Рабочий цилиндр вставлен в дополнительный. Между цилиндрами имеется полость для масла. В верхнюю часть рабочего цилиндра вставлена специальная головка с отверстиями для сообщения с наружной полостью гасителя. Уплотнение штока поршня осуществляют резиновой манжетой, которая снизу поджимается нажимной пружиной, а сверху фасонной тарельчатой шайбой, ввернутой в наружный цилиндр. Конец штока поршня имеет шестигранник, на который надевается предохранительный кожух, и резьбу для навертывания верхней головки для крепления амортизаторов.

Принцип работы гасителя колебаний заключается в следующем: при увеличении нагрузки и сжатии гасителя поршень перемещается вниз и масло, являющееся рабочей жидкостью, через клапан поршня перетекает из нижней полости вверх, в надпоршневую камеру. Так как объем надпоршневой камеры меньше, чем объем подпоршневой, избыток масла с большим усилием будет продавливаться через нижний клапан в дополнительную полость. При снятии нагрузки и растяжении гасителя поршень будет перемещаться вверх, а масло через верхний клапан продавливаться в подпоршневую камеру. В нижней полости из-за недостатка перетекающего масла создается разряжение, которое пополняется за счет масла из дополнительной полости через нижний клапан.

Гаситель колебаний может развивать силу сопротивления перетеканию масла при сжатии и растяжении 4—4,4 кН (при ходе штока 25 мм с частотой 50 колебаний в минуту). В качестве рабочей жидкости в гасителе применяют приборное масло МУП или авиационное масло АМГ-10 в количестве 0,5 л. Перед заливкой масло фильтруют через металлическую сетку № 18.

Каждый гаситель колебаний подвергают испытаниям на специальном стенде со снятием диаграммы изменения усилий сжатия и растяжения. Регулировку значений усилия произ-

водят путем изменения числа регулировочных пластин в клапанах.

После испытания на стенде убеждаются в отсутствии течи масла путем выдержки гасителей в горизонтальном положении в течение суток. Течь масла через сальниковое уплотнение и другие соединения не допускается.

В эксплуатации ревизию гасителей выполняют через 6 мес. Через 3 мес (в промежутках между ревизиями) проверяют работоспособность гасителя без снятия его с тележки. Для этого отсоединяют верхнюю головку от кронштейна рамы и с помощью ломика прокачивают гаситель. Шток нормально работающего гасителя после двух-трех ходов перемещается плавно и с усилием. В неисправном гасителе шток перемещается рывками и свободно. Такие гасители подлежат изъятию из эксплуатации и внеочередной ревизии.

§ 7. Подвешивание тяговых электродвигателей и редуктора

Тяговый момент от двигателя на колесную пару можно передать только в том случае, когда двигатель полностью или частично связан с надрессорным строением, т. е. с рамой тележки. Таким образом, неподрессоренная колесная пара через тяговую передачу связана с двигателем, который частично или полностью подрессорен вместе с рамой тележки за счет пружин надбуксового подвешивания. При движении вагона в результате неровностей рельсового пути, качки надрессорного строения и других факторов между тяговым двигателем и колесной парой возникают относительные вертикальные перемещения, которые учитываются при конструировании тяговых передач. Наиболее важными требованиями к тяговым передачам, которые определяются условиями эксплуатации подвижного состава, являются следующие:

тяговые двигатели должны быть расположены в доступном для осмотра и ремонта месте и защищены от загрязнения и попадания влаги;

тяговая передача должна обеспечивать необходимую частоту вращения якоря тягового двигателя и его высокий КПД;

связь якоря тягового двигателя с колесной парой должна быть упругой;

вес необрессоренных частей для снижения вредного воздействия на путь должен быть минимальным.

Все эти условия усложняют конструкцию тяговых передач и систему подвешивания тягового двигателя.

Подвешивание тяговых электродвигателей. На подвижном составе железных дорог и метрополитенов СССР существует два вида подвешивания тяговых двигателей: опорно-рамное (*а*) и опорно-осевое (*б*) (рис. 39).

При опорно-осевом подвешивании тяговый двигатель через моторно-осевые подшипники опирается на ось колесной пары и специальными выступами остова крепится к поперечной балке рамы тележки, т. е. он связан с надрессорным строением. Тяговое усилие передается при помощи зубчатой передачи: зубчатое колесо напрессовано на ось колесной пары, а малая шестерня — на вал якоря. Такое подвешивание тяговых двигателей применялось на вагонах метрополитена первых выпусков. На вагонах Е и их модификаций, а также на вагонах 81-717 и 81-714 применяют опорно-рамное подвешивание, т. е. тяговый двигатель расположен только на раме тележки.

При высоких скоростях движения и большом весе тягового двигателя разрушающее действие ударов о рельсы велико, поэтому для сохранения самого двигателя и рельсового пути возникла необходимость двигатель полностью обрессорить. Преимуществом такого вида подвешивания является отсутствие моторно-осевых подшипников скольжения, которые требуют высокой точности

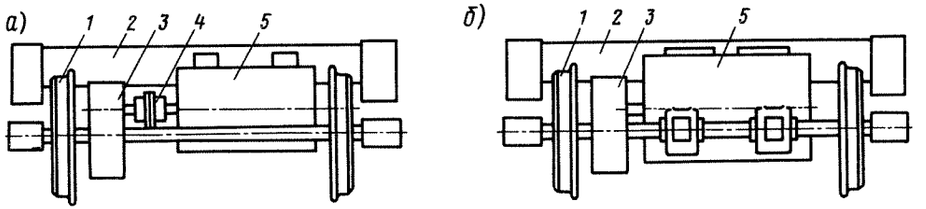


Рис. 39. Схемы подвешивания тяговых электродвигателей:
1—колесная пара; *2*—рама тележки; *3*—тяговый редуктор; *4*—карданная муфта; *5*—тяговый электродвигатель

при монтаже и особого внимания в эксплуатации.

При расположении двигателя на надрессорном строении его нельзя связать непосредственно зубчатой передачей с движущей колесной парой в результате возникающих при движении относительных вертикальных перемещений между колесной парой и двигателем. Поэтому вращающий момент на колесную пару от двигателя передается через карданную муфту. В этом случае шарнирные элементы муфты компенсируют все перемещения, возникающие при движении между тяговым двигателем и зубчатой передачей, которая полностью смонтирована на оси колесной пары в виде редуктора.

В тележках вагонов Е и их модификаций двигатели консольно крепят на поперечных балках рамы (рис. 40). На остове электродвигателя имеются специальные приливы. Двумя приливами *2* двигатель навешивается на верхние кронштейны *4* поперечной балки и одним —*7* упирается в нижний совковый кронштейн *5*. В приливах остова находятся отверстия диаметром 24 мм. Через эти и овальные отверстия в кронштейнах поперечной балки специальными болтами *3* двигатель жестко в трех точках крепят на раме тележки. В резьбовые отверстия боковых полок нижнего кронштейна ввинчивают регулировочные болты *6*, которые упираются в нижний прилив *7* остова двигателя. Овальные отверстия в кронштейнах рамы тележки позволяют перемещать тяговый двигатель параллельно оси колесной пары в пределах 10 мм.

Перемещение и фиксацию тягового двигателя в определенном положении выполняют при помощи регулировочных болтов. Завинчивая один болт и вывинчивая другой, осуществляют регулировку «разбега» карданной муфты, т. е. ее свободный ход в осевом направлении. Свободный ход карданной муфты необходим для компенсации перемещений тягового двигателя относительно зубчатой передачи и разбега колесной пары при вписывании тележки в кривые участки пути во время движения.

Стопорят регулировочные болты с помощью контргаек.

Крепежные болты затягивают корончатыми гайками и фиксируют шплинтами. Регулировать положение тягового двигателя по высоте и вдоль оси вагона не требуется. Положение

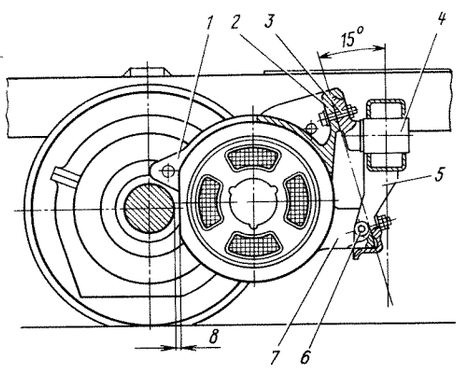


Рис. 40. Подвешивание тягового электродвигателя вагона Е и его модификаций

двигателя в этих плоскостях обеспечивается правильным расположением кронштейнов на раме тележки.

Для предохранения от падения тягового двигателя на путь в случае излома верхних кронштейнов, которые считаются наиболее слабым звеном подвешивания, на остове имеются предохранительные ребра *1*, которыми двигатель при падении может опереться на ось колесной пары.

Такая конструкция подвешивания двигателя позволяет легко монтировать его на тележке. Двигатель может висеть на раме даже без закрепления его болтами.

В процессе эксплуатации и ремонта подвижного состава выявились недостатки данной конструкции подвешивания. Основным недостатком явилось появление трещин в поперечных балках рамы и кронштейнах подвески двигателя, что было результатом значительных нагрузок, возникающих от крутящего момента за счет консольной подвески тягового двигателя и при появлении пиковых нагрузок от вибрации тягового двигателя при неудовлетворительной балансировке якоря.

В тележках вагонов 81-717 и 81-714 конструкция подвешивания тяговых двигателей изменена, нагрузка от крутящего момента на поперечную балку рамы снижена за счет применения так называемой реактивной тяги, которая является третьей точкой опоры в подвеске тягового двигателя вместо нижнего совкового кронштейна.

Тяговый двигатель ДК-117, применяемый на этой серии вагонов, также выполнен с конструктивными изменениями подвески. Он имеет меньшую массу за счет использования новых видов изоляционных материалов и более высокой точности изготовления отдельных узлов.

Подвешивание тягового двигателя на тележке вагона 81-717 и 81-714 показано на рис. 41. Верхний кронштейн *3* подвески на остове двигателя выполнен в виде трех ребер, в которые вставлен и развальцован стальной стержень *4* диаметром 45 мм.

Кронштейны *5* рам тележки вварены в поперечную балку. Опорные части этих кронштейнов имеют сквозные отверстия диаметром 13 мм и полукруглую выемку, в которую устанавливают специальные резинометаллические прокладки *13*, позволяющие компенсировать монтажные погрешности и получить шарнир в заделке.

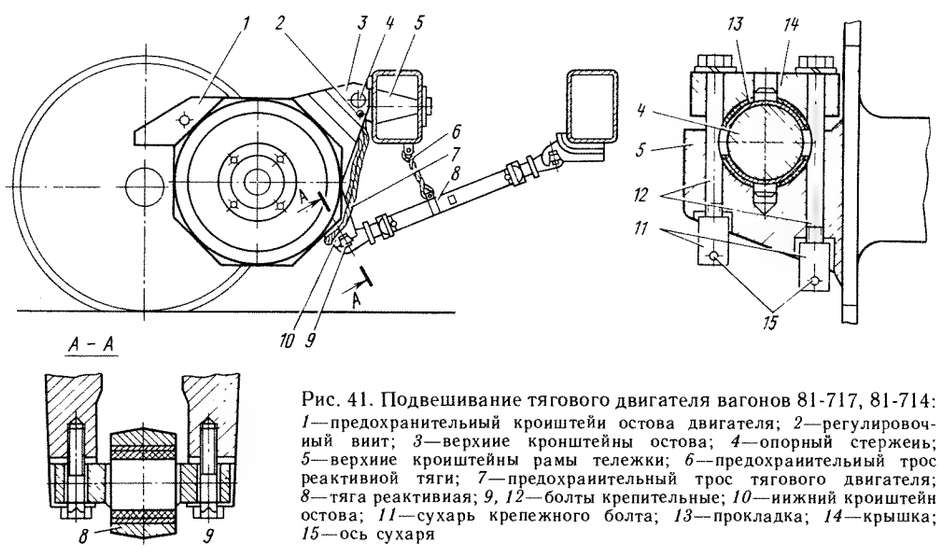


Рис. 41. Подвешивание тягового двигателя вагонов 81-717, 81-714: *1*—предохранительный кроштейи остова двигателя; *2*—регулировочный виит; *3*—верхиие кронштейны остова; *4*—опорный стержень; *5*—верхиие кроиштейны рамы тележки; *6*—предохраиительиый трос реактивиой тяги; *7*—предохраиительный трос тягового двигателя; *8*—тяга реактивиая; *9, 12*—болты крепительные; *10*—иижний кроштейн остова; *11*—сухарь крепежного болта; *13*—прокладка; *14*—крышка; *15*—ось сухаря

Прокладки (рис. 42) состоят из стальной армировки *1* с приклеенной к ней формовой резиной *2*. Склейку производят специальным клеем Лейконат под давлением и выдержкой в течение 1,5—2 ч при температуре 140—150°С.

Для фиксации положения прокладки к армировке точечной электросваркой приварен штифт *3* диаметром 9 мм, который входит в глухое отверстие диаметром 13 мм в середине выемки кронштейна.

Тяговый двигатель стержнем *4* (см. рис. 41) устанавливают на прокладки *13* в выемках кронштейнов рамы.

Крепление двигателя осуществляют при помощи двух крышек *14*, которыми стержень накрывают сверху. В крышках имеется пять сквозных отверстий диаметром 13 мм под крепежные болты и штифт прокладки. Сверху в отверстия вставляют четыре крепежных болта М12, которые ввинчивают в специальные сухари *11*, соединенные попарно осями.

В боковых ребрах остова двигателя имеются резьбовые отверстия для регулировочных болтов М16×2, которыми производят регулировку разбега карданных муфт.

Нижний кронштейн *10* на остове тягового двигателя выполнен в виде двух приливов с углублением, в которых имеются глухие резьбовые отверстия М12 для крепежных болтов *9* реактивной тяги. Такие же кронштейны имеются на нижних полках поперечных балок рамы.

Реактивная тяга (рис. 43) состоит из двух болтов *4*, один из которых имеет правую, а другой — левую резьбу М42. В головках болтов расточены отверстия диаметром 85 мм, в которые запрессованы резинометаллические шарниры *7*. Сердечники шарниров цилиндрической формы имеют на основаниях выступы трапециевидного сечения с отверстиями диаметром 13 мм под крепительные болты *6*.

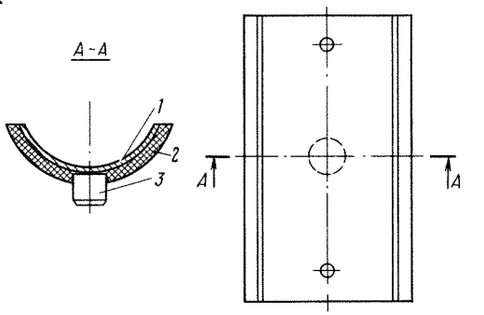


Рис. 42. Прокладка компенсирующая

Болты ввинчивают в трубу *5*, концы которой по наружному диаметру выполнены в виде конусов с продольными цанговыми разрезами. На конусные трубы надевают втулки *3*, внутренняя поверхность которых также имеет конусность. При заворачивании гаек *1* втулки надвигаются на трубу и зажимают резьбу, фиксируя длину реактивной тяги.

Стопорные шайбы *2*, установленные между гайками и втулками, предохраняют их от самопроизвольного отворачивания. Такая конструкция тяги позволяет легко при закрепленных концах регулировать ее длину, для этого требуется ослабить гайки и гаечным ключом вращать трубу.

Соединение тягового двигателя с рамой тележки через реактивную тягу осуществляют следующим образом:

трапециевидные выступы резинометаллических шарниров вставляют в углубления кронштейнов на остове двигателя и соседней поперечной балки и крепят через отверстия болтами М12 с пружинными шайбами. Затяжку болтов производят тарированным ключом или гайковертом с усилием затяжки не более 24 Н·м.

Окончательную регулировку длины реактивной тяги и ее фиксацию стопорными шайбами выполняют после опуска вагона на тележки.

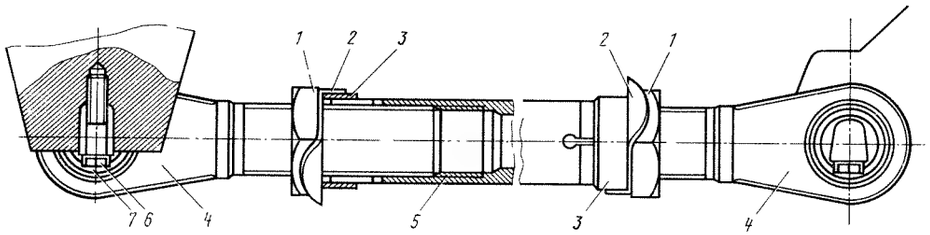


Рис. 43. Тяга реактивная

Ось вала якоря тягового двигателя должна находиться выше центра оси колесной пары, а зазор между остовом двигателя и осью колесной пары должен быть не менее 8 мм.

Реактивная тяга, выполняя роль нижнего кронштейна поперечной балки, передает нагрузку от вращающего момента, образуемого консольной подвеской двигателя на соседнюю балку рамы в направлении, противоположном нагрузке, которая создается массой и вращающим моментом второго двигателя. Иначе говоря, нагрузки на поперечные балки рамы компенсируют одна другую. Такая система подвешивания тяговых двигателей позволяет сгладить пиковые напряжения, возникающие в рамах тележек в процессе эксплуатации.

Для обеспечения безопасности движения в случае аварийных ситуаций подвешивание тяговых двигателей имеет предохранение от падения на путь. Наиболее слабым звеном подвешивания являются ребра верхнего кронштейна на остове тягового двигателя. В случае их излома стержень остается в опорных выемках кронштейнов рамы тележки.

От падения на путь двигатель будет удерживать трос, соединяющий стержень с нижним кронштейном остова. При этом предохранительными ребрами первый будет опираться на ось колесной пары.

Реактивная тяга также имеет предохранительный трос, который соединяет ее с поперечной балкой рамы.

Недостатками данной системы подвешивания тяговых двигателей являются сложность конструкции, бóльшая трудоемкость при монтаже и ремонте за счет большого числа деталей подвешивания и необходимости дополнительных регулировок.

Подвешивание редуктора. Для обеспечения соосности вала тягового двигателя и вала-шестерни корпус редуктора колесной пары фиксируют в определенном положении при помощи деталей подвешивания редуктора (рис. 44).

Двухшарнирная подвеска с шарнирными подшипниками и резинометаллическими амортизаторами *3* позволяет смягчить удары и толчки, возникающие во время движения вагона.

Болт подвески *5* закрепляют в кронштейне *1* рамы тележки при помощи корончатых гаек *2, 4*, верхней — с резьбой М48 и нижней — с резьбой М52. Наличие двух гаек позволяет производить регулировку соосности вала двигателя и вала-шестерни редуктора колесной пары по высоте.

Болт *5* и серьга *6*, образующие подвеску, соединены между собой шарнирно при помощи специального валика *11* (рис. 45) конусной цанговой втулки *7*, двух крепительных гаек М27 *8, 10* и стопорной шайбы *9*. Болт подвески изготавливают методом штамповки из стали 35 с последующей механической обработкой. Цилиндрическая часть болта имеет две резьбы М52×2 и М48×2, а его головка — отверстие диаметром 60 мм с двумя канавками для стопорных колец. В отверстие головки болта устанавливают шарнирный подшипник ШС-40 *5* и фиксируют с

двух сторон пружинными стопорными кольцами *2*.

Серьгу подвески *3* выполняют методом штамповки из стали 35 с последующей механической обработкой. В верхней части она имеет две проушины с конусными отверстиями 1:5, в нижней — отверстие диаметром 60 мм под шарнирный подшипник ШС-40. При монтаже подвески между проушинами серьги устанавливают головку болта с подшипником ШС-40 и двумя дистанционными кольцами *6*. В конусные проушины серьги и во внутреннее кольцо подшипника вставляют валик.

Валик *11* (см. рис. 45) с одного конца имеет утолщенную конусную часть, а с другого — резьбу М27 с продольной канавкой для выступа стопорной шайбы. Конусной частью валик упирается в конусную поверхность отверстия проушины серьги *1*. Средняя цилиндрическая часть диаметром 40 мм находится во внутреннем кольце *5* подшипника ШС-40, а на цилиндрическую часть диаметром 36 мм надевается конусная цанговая втулка *7*, которая конусной поверхностью упирается в такую же поверхность отверстия второй проушины серьги.

Фиксацию валика и втулки производят гайкой М27 *8*, стопорной шайбой *9* и контргайкой М27 *10*. Края стопорной шайбы разводят на грани гайки и контргайки. Валик имеет осевое смазочное отверстие. Смазка подается в зазор между валиком и внутренним кольцом подшипника ШС-40 при помощи пресс-масленки *4*, ввернутой в конусную резьбу К 1/4″ смазочного отверстия. Конусная цанговая втулка имеет технологическую наружную резьбу М52.

При демонтаже узла крепления подвески редуктора втулку снимают с валика при помощи специальной оправки, навертываемой на технологическую резьбу. Соединение подвески с корпусом редуктора осуществляют аналогично.

Валики и втулки нижнего шарнирного соединения имеют боль-

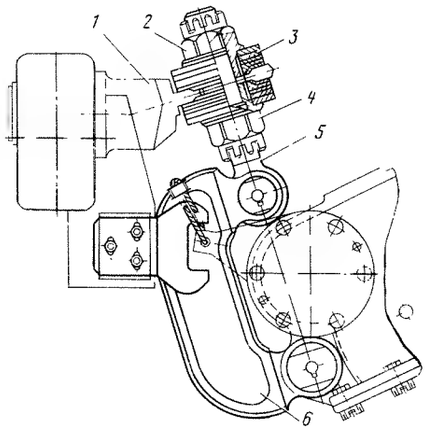


Рис. 44. Подвешивание редуктора колесной пары вагона Е

шую длину опорных конусных поверхностей. При сборке узлов крепления подвески с корпусом редуктора и серьги с болтом осевое перемещение валиков не допускается. Корончатые гайки, крепящие болт подвески к кронштейну рамы, выполнены с дополнительными хвостовиками в виде втулок. При затяжке гаек они упираются друг в друга и гайки работают вместе, как гайка и контргайка, при любом направлении действия усилия. Конструкция гаек и наличие двух шарниров создают лучшие условия работы болта и

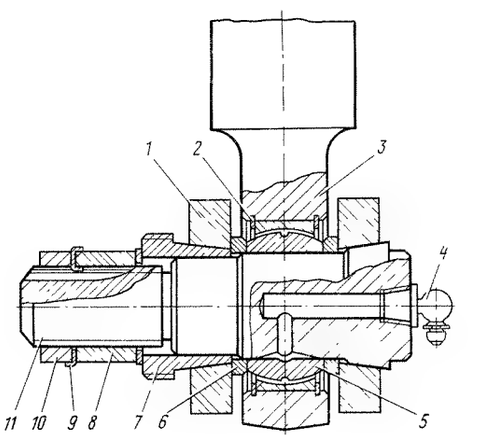


Рис. 45. Узел крепления корпуса редуктора к подвеске

предохраняют его резьбу от износа и деформации.

Резинометаллические амортизаторы представляют собой круглую резиновую шайбу диаметром 150 мм, армированную с двух сторон металлическими накладками. С одной стороны амортизатор имеет выступ, который при сборке подвески входит в отверстие кронштейна. Для большей прочности резины в середине амортизатор имеет дополнительное стальное ребро. Изготавливают амортизаторы методом горячего прессования в пресс-форме. Высота амортизаторов после сборки и затяжки гаек должна быть в пределах $94 \pm 1{,}0$ мм, что свидетельствует о правильности монтажа узла.

Положение редуктора, а с ним и вала шестерни относительно вала тягового электродвигателя регулируют при помощи корончатых гаек. В отрегулированном положении под «тарой» вагона вал двигателя должен быть выше вала шестерни на 3—4 мм.

Для предотвращения поворота корпуса редуктора вниз на рельсовый путь в случае обрыва деталей подвешивания или излома кронштейна подвешивания редуктора, вваренного в поперечную балку рамы, каждый редуктор имеет предохранительное устройство, которое называется комплексным. Оно выполнено следующим образом: к поперечной балке приварен специальный кронштейн, который имеет гребенчатую накладку и овальные отверстия в вертикальном направлении. На гребенке кронштейна болтами М16 крепят вилку, которая также имеет гребенку и овальные отверстия. Последние позволяют устанавливать вилку в необходимое положение по высоте, а гребенка фиксирует положение вилки.

При монтаже тележки выступ крышки подшипника 2Н32315 редуктора с зазором входит в зев вилки. По нормам перекрытие вилки выступом по толщине должно быть не менее 12 мм, а зазор между выступом и зевом вилки в вертикальной плоскости 18—22 мм, в горизонтальной плоскости 6—18 мм. Кроме комплексного предохранения, вилка через отверстия диаметром 12 мм соединена с выступом крышки подшипника тросом диаметром 6,5 мм.

§ 8. Карданная муфта

Связь тягового двигателя с редуктором колесной пары при опорно-рамном подвешивании двигателя осуществляют с помощью карданной муфты, которая передает вращающий момент и позволяет компенсировать относительные перемещения между валами двигателя и шестерни редуктора. Перемещения валов, возникающие при движении вагона, могут происходить одновременно в горизонтальной и вертикальной плоскостях: в горизонтальной плоскости — в результате разбега колесной пары, т. е. возможности ее движения относительно рамы тележки как в продольном, так и в поперечном направлениях; в вертикальной — при просадке пружин буксового подвешивания, компенсирующего неровности рельсового пути и нагрузку от веса пассажиров.

Карданная муфта допускает: параллельное смещение валов до 8 мм; угловое до 2,5°; смещение осей до 10 мм.

Карданная муфта (рис. 46) состоит из двух одинаковых полумуфт, смонтированных на валах тягового электродвигателя, и шестерни редуктора колесной пары. Каждая полумуфта включает: кулачок *6*, вилку *10*, стакан *3*, зажимное кольцо *8*, щит *7*, гайку *5* со стопорной шайбой *4*, четыре болта М12×85 *2* с контргайками *1*, прокладки *9, 13*. При окончательном монтаже карданной муфты устанавливают центрирующую шайбу *14* и прокладку *12*. Полумуфты соединяются четырьмя призонными болтами *11* с гайками и пружинными шайбами.

Кулачок (рис. 47) представляет толстостенную втулку с коническим отверстием конусностью 1:10, а также двумя цапфами диаметром 37 мм.

Изготавливают кулачок из стали 20ХН3А методом штамповки с последующей механической обработкой. Конусное отверстие и цилиндрические поверхности цапф подвергают цементации и закаливают для увеличения износостойкости рабочих поверхностей.

При изготовлении к кулачку предъявляют высокие требования относительно точности исполнения геометрических параметров. Готовый кулачок проверяют на магнитном дефектоскопе. Дефекты не допускаются. Вращение при пуске двигателя передается через цапфы кулачка, посаженного на конусную часть вала якоря, вилке, соединенной болтами с вилкой второй полумуфты, смонтированной на валу шестерни редуктора колесной пары.

В местах контакта цапф кулачков с рабочими поверхностями вилок происходит интенсивный износ соприкасающихся поверхностей. Для уменьшения износа трущихся элементов цапфы кулачка выполнены в виде подшипников. На цапфу кулачка надевается ролик, который имеет вид кольца шириной 20 мм с внутренним диаметром 43,3 мм.

Ролик изготавливают из стали 18Х2Н4ВА. Цементируют на глубину до 2 мм, закаливают для увеличения прочности и износостойкости.

В зазор между роликом и цапфой, который образуется за счет разности диаметров, устанавливают 42 игольчатых ролика диаметром 3 мм и длиной 19,8 мм, которые подбирают по диаметру. Разница диаметров допускается не более 0,005 мм.

Наружное кольцо подшипника, т. е. ролик и игольчатые ролики на рабочей поверхности цапфы, фиксируют колпачком из стали марки 12ХН3А. Рабочие поверхности цементируют и закаливают. При сборке кулачка цилиндрическую часть колпачка вставляют в гнездо цапфы. Через центральное отверстие колпачок крепят специальным винтом с пружинной шайбой. Ролик и иглы упираются в заплечики колпачка через упорную шайбу, которую изготавливают из стали 20, цианируют на глубину 0,2 мм, закаливают для обеспечения необходимой твердости рабочих поверхностей и шлифуют с двух сторон до толщины 2,85 мм.

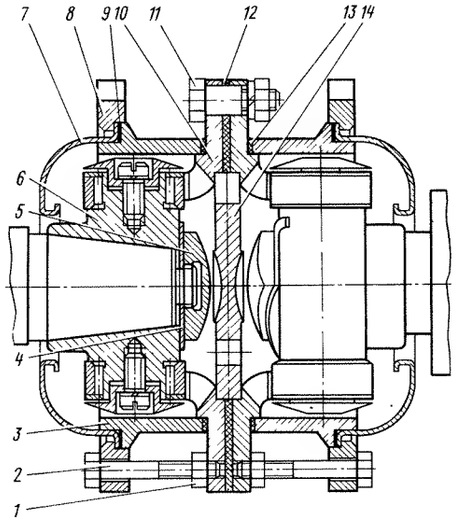


Рис. 46. Карданная муфта

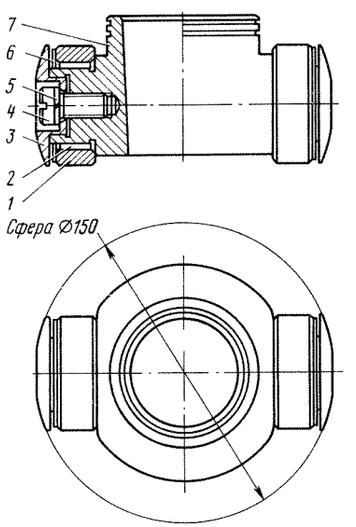


Рис. 47. Кулачок:
1—ролик; *2*—ролик игольчатый; *3*—колпачок; *4*—винт; *5*—шайба; *6*—промежуточное кольцо; *7*—кулачок

Все детали подшипников кулачка необходимо смазать индустриальным маслом. Ролик и шайба в собранном кулачке должны свободно вращаться, без защемления.

Вилка — корпус карданной муфты представляет собой втулку с наружным диаметром 150 мм. С одного торца вилки имеется фланец толщиной 15 мм, на другом торце в цилиндрической части сделаны два диаметрально расположенных выреза шириной 64 мм и глубиной 67 мм. При монтаже полумуфты в эти вырезы входят ролики кулачка.

Опорные поверхности вырезов наплавлены твердым сплавом Сормайт Пр С 1 для увеличения твердости и износостойкости. Места наплавки твердым сплавом шлифуют до размера диаметра ролика кулачка $60^{+0,04}_{-0,1}$ мм.

Смещение оси паза относительно поверхности наружного диаметра вилки допускается не более 0,1 мм.

На фланце имеется 8 отверстий, 4 резьбовых под стяжные болты М12 и 4 отверстия диаметром 16 мм под призонные болты, которые соединяют две полумуфты.

Отверстия диаметром 16 мм обрабатывают совместно на двух вилках, после чего на поверхностях наружных диаметров фланцев наносят контрольные риски, а вилки маркируют одним порядковым номером.

В стенке цилиндрической части вилки просверлены два отверстия диаметром 30 мм, через которые полость карданной муфты пополняется смазкой в процессе эксплуатации.

Вилки изготавливают методом штамповки с последующей механической обработкой из стали 35. При окончательном контроле вилки проверяют на магнитном дефектоскопе, дефекты не допускаются.

Стакан надевают на цилиндрическую часть вилки, при этом он перекрывает вырезы для роликов кулачка, а также отверстия для смазкн. На наружной поверхности с одного торца на стакане имеется бурт для упора в него зажимного кольца, а в боковой стенке стакана — два резьбовых отверстия для пробок. При монтаже полумуфты стакан размещают так, чтобы резьбовые отверстия под пробки совпадали с отверстиями диаметром 30 мм в вилках.

Пробки в стакане устанавливают с пружинными шайбами. Стаканы выполняют из стали 20Х, подвергаются цементации и закалке для обеспечения твердости *HRC* 54—62.

Внутренняя поверхность стакана обрабатывается на шлифовальном станке до диаметра $150+0,08$ мм. Термообработка стакана необходима для увеличения износостойкости поверхностей в местах контакта с колпачками кулачков.

Зажимное кольцо, изготавливаемое из стали 35, имеет 4 отверстия под стяжные болты М12 в соответствии с отверстиями во фланце вилки. Кольцо крепит уплотнительный щит к бурту стакана, а стяжными болтами прижимает стакан к фланцу вилки.

Щит закрывает полость полумуфты со стороны вала шестерни редуктора или тягового двигателя и служит для удержания смазки внутри муфты. Щит выполняют методом штамповки из стального листа толщиной 1,2 мм. Он имеет вид чашки с круглым отверстием диаметром 83 мм в дне. Кромки отверстия отбортованы в виде желоба (для отвода смазки).

При посадке кулачка на коническую часть вала якоря тягового двигателя н шестерни редуктора дополнительное его крепление осуществляют при помощи сферической гайки и стопорной шайбы.

Гайку (рис. 48) изготавливают из стали 20Х. Сферическую поверхность гайки цементируют на глубину до 1,5 мм и термообрабатывают до твердости HRC 54—62 для увеличення износостойкости рабочей поверхности. Шайба имеет два стопорных лепестка, которые загибают после затяжки гайки: один — в

специальный вырез на кулачке, другой — на грань гайки.

Шайбу выполняют из стального листа толщиной 2 мм.

При окончательной сборке карданной муфты в выточку фланца одной из вилок устанавливают на половину толщины центрирующую шайбу (рис. 49) или прокладку.

Прокладка выполнена в виде диска диаметром 130 мм и толщиной 14 мм, по наружному диаметру имеет 8 полукруглых вырезов и 2 сквозных диаметрально расположенных отверстия диаметром 16 мм на расстоянии 38 мм от центра. Отверстия и вырезы необходимы для циркуляции смазки в полости муфты.

В центре прокладки с обеих сторон имеется утолщение диаметром 45 мм со сферическими углублениями. Радиус сферы 65 мм. В эти углубления упираются гайки крепления кулачков, ограничивая свободный ход карданной муфты вдоль оси вала двигателя и шестерни редуктора. Центральную часть прокладки термообрабатывают до твердости HRC 54 и более. Изготавливают прокладку из стали 45. В местах соединения полумуфт, между фланцами вилок, а также в соединениях стакана с вилкой и зажимного кольца со щитом и стаканом устанавливают уплотнительные прокладки нз прокладочного картона марки А толщиной 0,3 мм или паронита толщиной 1 мм. Прокладки выполнены в виде колец.

Соединение двух полумуфт производят четырьмя призонными болтами с резьбой М14. Болты изготавливают из стали 40Х и термообрабатывают. Рабочую, посадочную часть болта диаметром $16\pm0,06$ мм шлифуют на станке.

Передача муфтой вращающего момента происходит следующим образом. Кулачок полумуфты, смонтированный на валу тягового двигателя, при его вращении передает усилие цапфами на упоры вилки, соединенной призонными болтами с вилкой другой полумуфты, которая в

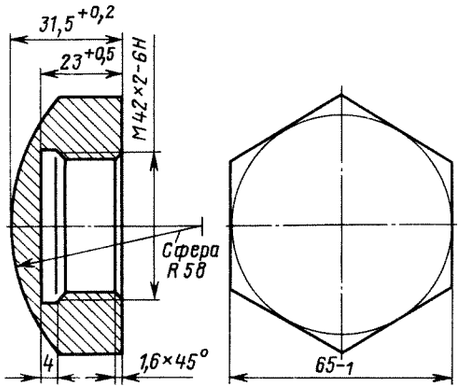


Рис. 48. Гайка сферическая

свою очередь закреплена на валу-шестерне редуктора. С вилки этой полумуфты вращающее усилие передается кулачку, закрепленному на валу-шестерне редуктора колесной пары.

При движении вагона в карданной муфте происходит непрерывное трение отдельных металлических частей, поэтому для их смазывания в каждую полумуфту закладывают по 0,5 кг смазки.

По принципу действия карданную муфту относят к универсальным шарнирам. Неподвижными элементами в ней являются кулачки, а подвижными — корпус (вилки со стаканами и центрирующая шайба). Корпус муфты в процессе ее работы не имеет определенного положения и

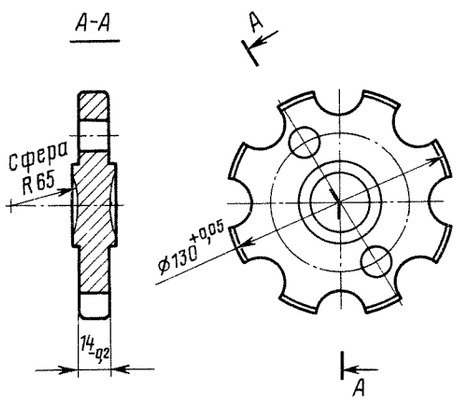


Рис. 49. Шайба центрирующая

может располагаться наклонно в пространстве и перемещаться вдоль оси валов.

За время эксплуатации отечественных вагонов с рамным подвешиванием тяговых двигателей узел карданной муфты модернизировался очень мало, за исключением внесения незначительных изменений в конструкции кулачка и вилки.

§ 9. Тормозная рычажная передача

Одним из важнейших узлов, обеспечивающих безопасное движение подвижного состава по рельсовому пути, является тормозное оборудование. Тележки вагонов оборудованы пневматическим колодочным тормозом с двусторонним нажатием колодок на бандаж.

Тормозное оборудование вагона состоит из пневматического и ручного приводов и рычажно-тормозной передачи.

Тележки 81-717, 81-714 вместо ручного тормоза имеют стояночный пневмопружинный, который вместе с тормозным цилиндром объединен в один агрегат — блок-тормоз. Рычажно-тормозная передача представляет собой систему рычагов и тяг, соединенных шарнирно, и служит для передачи тормозного усилия от тормозных цилиндров к колодкам, обеспечивая одинаковую силу прижатия их ко всем колесам.

Тормозное устройство тележек всех видов вагонов индивидуального типа, т. е. оно состоит из четырех отдельных узлов рычажной передачи.

На тележках вагонов Е каждый узел передачи (рис. 50) включает: тормозной цилиндр *1*; две тормозные подвески — крайняя *8* и средняя *5* с тормозными рычагами *2* и подвесками *3*; среднее оттормаживающее устройство *4*. Между собой тормозные подвески соединены параллельными тягами *6* (затяжками).

Тормозное усилие при торможении со штока поршня тормозного цилиндра передается соединенному с ним рычагу крайней тормозной подвески. Рычаг, поворачиваясь относительно точки крепления его с затяжкой, прижимает тормозную колодку к колесу. Дальнейший поворот рычага перемещает затяжку и соединенный с ней рычаг средней тормозной подвески. Поворот среднего рычага происходит относительно точки крепления его с кронштейном рамы тележки, при этом вторая тормозная колодка прижимается к поверхности катания колеса.

На тележках вагонов Е оттормаживающие устройства крайних тормозных подвесок имеют следующую конструкцию: вилка *11* с резьбовым стержнем М16 соединена при помощи валиков диаметром 13 мм с тормозной подвеской. На торце продольной балки рамы тележки закреплен кронштейн *12* оттормаживающего устройства. Резьбой стержень вилки вставлен в развальцованное отверстие в нижней части кронштейна. Оттормаживающее усилие создается спиральной пружиной *10*, которая через специальную шайбу со сферической опорной поверхностью упирается в кронштейн. Регулировку зазора между тормозной колодкой и бандажом производят путем натяжения или ослабления пружины гайкой М16, навинченной на резьбовой стержень вилки.

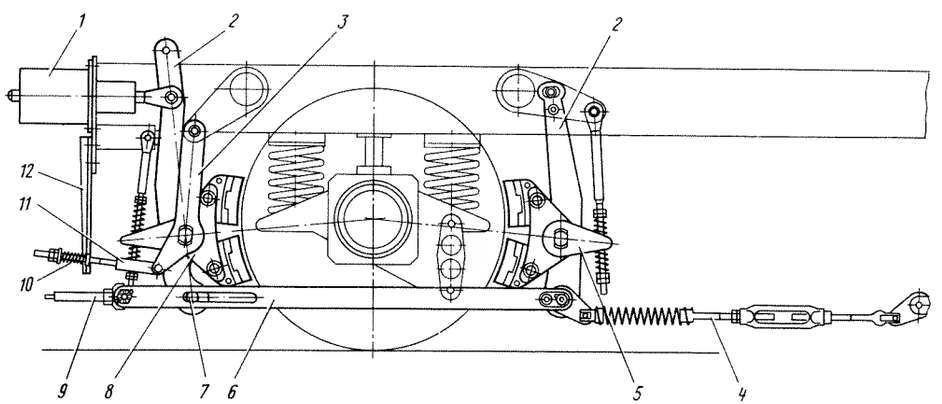


Рис. 50. Рычажно-тормозная передача тележки вагона Е

В среднее оттормаживающее устройство *4* (см. рис. 50) входят спиральная пружина с двумя наконечниками, регулировочная муфта, которая имеет два отверстия с левой и правой резьбой, и соединительная вилка. Все устройство соединено с рычагами средних подвесок при помощи валиков.

Вращая муфту в ту или другую сторону, осуществляют натяжение или ослабление пружины. После регулировки положение муфты фиксируют гайками.

Оттормаживающее устройство служит для быстрого отвода тормозных колодок от поверхности катания колес при отпуске тормозов, исключает возможность касания колодок колесами во время движения и обеспечивает постоянный зазор между колодками и колесами при отпущенном тормозе в пределах 6—7 мм.

Валик *7* (см. рис. 50) проходит сквозь отверстия в вилке и цапфами с двух сторон входит в прорези тормозных затяжек *6*.

Вилка соединена с регулировочным винтом *9*, ввинченным в траверзу, которая цапфами вставлена в отверстия наружной и внутренней затяжек и закреплена корончатыми гайками М20 со шплинтами.

Вращая регулировочный винт, регулируют зазор между тормозными колодками и поверхностью катания колеса. На порожнем вагоне зазор делается не параллельно окружности колеса, учитывая, что при нагрузке тормозная система вместе с рамой тележки опускается. Поэтому регулировку производят так, чтобы между верхом верхней колодки и бандажом зазор был равен 10—12 мм, а между бандажом и низом нижней колодки — 3—5 мм.

Соединение средней подвески с затяжками выполняют при помощи специального валика, который вставляется во втулку среднего тормозного рычага.

Валик имеет на концах цапфы диаметром 22 мм, которые входят в отверстия тормозных затяжек. Крепление производят корончатой гайкой М20 и шплинтом, имеющим диаметр 4 мм.

Тормозные затяжки *6* (см. рис. 50) представляют собой стальные полосы шириной 60 мм, со стороны средней подвески имеют по два отверстия для грубой регулировки зазоров между колодками и бандажом в зависимости от диаметра колес.

При диаметре колес более 750 мм валик среднего рычага устанавливают в первое отверстие, при меньшем диаметре — во второе. Точная регулировка осуществляется регулировочными винтами. Один оборот при затяжке винта уменьшает выход штока тормозного цилиндра на 6—7 мм.

По существующим нормам выход штока тормозного цилиндра на вагонах Е и Еж, а также 81-717, 81-714 должен быть в пределах 50—55 мм.

Крайняя тормозная подвеска (рис. 51) тележки Е состоит из рычага *1*, двух подвесок *2*, тормозного балансира *5*, двух тормозных колодок *3*, фиксатора *9*.

Тормозные колодки гребневые, имеют дополнительно боковую часть для обхвата гребня бандажа, что препятствует сползанию колодки по конусу профиля бандажа. Колодки представляют собой стальной тыльник с напрессованной на него тормозной массой.

Напрессовку производят в прессформе при температуре до 180°С и высоком давлении до 30 МПа.

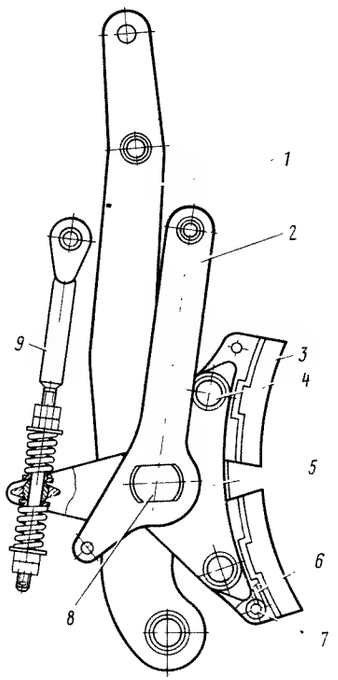
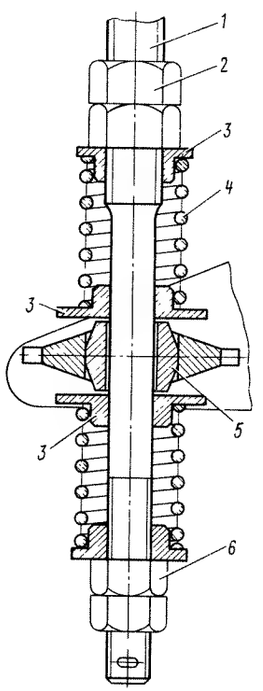


Рис. 51. Подвеска тормозная крайняя



Две колодки шарнирно крепят к балансиру при помощи валиков *4* диаметром 26 мм, фиксацию вертикального положения колодок осуществляют проволочной чекой *6* из стальной пружинной термообработанной проволоки диаметром 6 мм.

Чеку вставляют снизу через отверстия в тыльниках обеих колодок и крепят через круглое ушко валиком *7* в нижней колодке. Балансир имеет центральное отверстие диаметром 40 мм, в которое вставляется валик *8* с резьбой М 30, шарнирно соединяющий все детали тормозной подвески в один узел. Крепление выполняют корончатой гайкой и фиксируют шплинтом диаметром 6 мм.

Конструкция средней тормозной подвески аналогична крайней. Балансир с колодками и фиксатором крепят валиком диаметром 40 мм на рычаге, который в верхней части имеет два отверстия для крепления к кронштейну рамы тележки.

Верхнее отверстие овальной формы для предохранительного валика. В нижней части среднего рычага приварено «ухо», к которому крепят оттормаживающее устройство, соединяющее средние тормозные подвески.

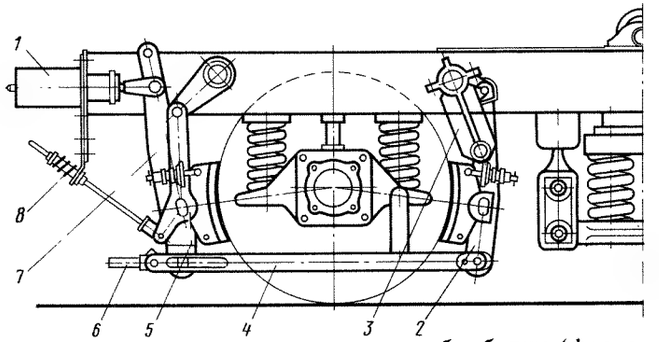
Тормозная подвеска в сборе подвешивается на кронштейне рамы тележки через отверстия в подвесках при помощи валиков диаметром 23 мм.

Рычаг *1* (см. рис. 51) в верхней части имеет отверстие диаметром 23 мм, через которое он шарнирно соединен со штоком тормозного цилиндра. В нижней части находится отверстие, в которое вставляется валик крайнего рычага.

Фиксаторы (рис. 52) положения тормозных колодок имеют следующую конструкцию: в хвостовик балансира вварен сухарь с отверстием,

Рис. 52. Фиксатор положения тормозных колодок:
1—стержень фиксатора; *2*—гайка М20; *3*—тарельчатая шайба; *4*—пружина; *5*—сферическая втулка; *6*—гайка М16

Рис. 53. Рычажно-тормозная передача тележек вагонов Еж и 81-717, 81-714:
1—тормозной цилиндр; *2*—средняя тормозная подвеска; *3*—стабилизирующее устройство; *4*—затяжка; *5*—крайняя тормозная подвеска; *6*—регулировочный винт; *7*—рычаг; *8*—оттормаживающее устройство



в которое вставлена стальная втулка со сферической наружной поверхностью. Сквозь втулку проходит стержень фиксатора. Последний с одного конца имеет полукруглую головку с отверстием, через которое он крепится шарнирно валиком к кронштейну рамы тележки, с другого конца — резьбу М16. В ее средней части нарезана резьба М20.

Снизу и сверху в сферическую втулку через шайбы упираются пружины.

Регулировку положения балансира *5* (см. рис. 51) с колодками относительно круга катания колеса производят гайками М20 сверху и М16 снизу. Ослабляя или затягивая пружины, балансир поворачивается относительно центрального валика. Фиксацию отрегулированного положения балансира осуществляют контргайками.

Рычажно-тормозная передача вагонов Еж и 81-717, 81-714 (рис. 53) аналогична типу Е, но имеет ряд отличий в конструкции отдельных узлов.

Форма гребневой колодки позволяет соприкасаться при торможении с бандажом колеса по всему профилю, включая гребень.

Срок службы таких колодок по сравнению с колодками, прижимающимися только к конической части бандажа, значительно выше за счет уменьшения удельного давления колодок на колесо.

Башмак колодки сварной конструкции состоит из тыльника и двух щек. При новом изготовлении колодок механическую обработку (фрезеровку щек, сверловку и расточку отверстий, запрессовку втулок) производят после напрессовки пресс-массы. При этом за базу обработки принимается рабочая поверхность колодки.

Тормозную пресс-массу на каучуковой основе шифра 5-6-60 изготавливают по техническим условиям и напрессовывают на башмак методом горячего формования в пресс-форме. Коэффициент трения колодки равен 0,4. Преимуществами таких колодок являются незначительная чувствительность к нагреву и устойчивый коэффициент трения.

Крепление колодки в подвеске осуществляется, как на тележках типа Е, при помощи валика с резьбой М30 и корончатой гайки. Валик соединяет в единый узел крайний тормозной рычаг, колодку и две подвески.

Фиксатор положения тормозных колодок (рис. 54) конструктивно отличается от фиксатора тележек типа Е. К рычагу средней подвески (в крайних подвесках к подвеске рычага) приварена проушина, в отверстие которой вставлен стержень *1*, имеющий с одной стороны резьбу М12, а с другой — круглую головку с отверстием диаметром 12 мм. В отверстие вставлен палец *7*, закрепленный в верхней части башмака тормозной колодки корончатой гайкой М12. Стержень на пальце закреплен шплинтом, имеющим диаметр 3 мм, и резьбовой частью вставлен во втулку *4*, имеющую в перед-

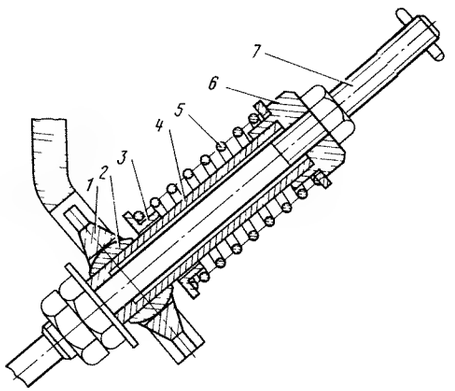


Рис. 54. Оттормаживающее устройство тележек вагонов Еж и 81-717, 81-714:
1—кронштейн; *2*—сферическая втулка; *3*—тарельчатая шайба; *4*—втулка; *5*—пружина; *6*—гайка втулки; *7*—стержень вилки

ней части упорный бурт толщиной 5 мм. На расстоянии 58 мм от опорной поверхности бурта втулка имеет кольцевую выточку шириной 2,2 мм и глубиной 2 мм.

На резьбу стержня навинчены две гайки до упора во втулку. Стержень во втулке может свободно перемещаться.

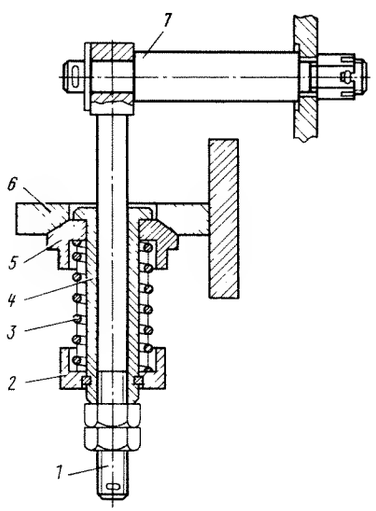


Рис. 55. Фиксатор положения тормозных колодок вагонов Еж и 81-717, 81-714:
1—стержень; *2*—стопорная шайба; *3*—пружина; *4*—втулка; *5*—сферическая шайба; *6*—кронштейн подвески; *7*—палец

Для обеспечения прижатия рабочей поверхности колодки к колесу на втулке установлена спиральная пружина *3*. Одним концом она вставлена в выточку специальной шайбы *5*, которая сферической поверхностью упирается в проушину рычага, другим концом — в выточку шайбы, фиксирующуюся на конце втулки при помощи двух упорных полуколец.

Регулировку положения колодки относительно поверхности катания колеса производят путем ее перемещения вокруг центрального валика. Вращая гайку, можно регулировать рабочую длину стержня и осуществлять поворот колодки в шарнирном соединении. Длину стержня фиксируют второй гайкой.

Регулировку зазора между колодкой крайней подвески и поверхностью катания колеса осуществляют при помощи оттормаживающего устройства (рис. 55), конструктивно отличающегося от оттормаживающего устройства тележек типа Е.

Усилие, создаваемое пружиной *5* за счет изменения конструкции кронштейна *1*, направлено вверх под углом около 35°.

Вилка шарнирно соединена с тормозной подвеской. Стержень вилки диаметром 12 мм резьбовой частью ввинчен в резьбовое отверстие втулки *4*, которая вместе с вилкой и пружиной вставлена в сферическую втулку. Крепление втулки *4* на кронштейне выполняют двумя гайками, навинченными на резьбовую часть втулки.

Регулировку зазора тормозной колодки производят путем натяжения или ослабления пружины при вращении втулки на резьбовой части стержня вилки. Фиксируют положение отрегулированного устройства контргайкой.

На тележках вагонов Еж, Еж3 и 81-717, 81-714 среднее оттормаживающее устройство отсутствует.

Регулировку зазора между средней тормозной колодкой и колесом выполняют при помощи регулировочного винта. С целью ограничения бокового перемещения средних тормозных подвесок на кронштейнах рамы установлены стабилизирующее устройства, представляющие собой подпружиненный упор со сферической опорной поверхностью. Регулировку зазора между рычагом и опорной поверхностью упора осуществляют после окончательной регулировки тормоза на тележке путем вращения специальным ключом регулировочного винта-упора. Зазор должен быть не более 1,5 мм.

На тележках вагонов 81-717, 81-714 затяжки тормозной передачи имеют предохранение от падения на путь в виде тросиков, закрепленных на башмаках тормозных колодок.

Для обеспечения надежной работы рычажно-тормозная передача тележки должна быть собрана без перекосов и касаний деталей с другими элементами тележки. Все шарнирные и резьбовые соединения, а также трущиеся поверхности необходимо смазать смазкой УС-2.

Ручной тормоз предназначен для затормаживания подвижного состава от самопроизвольного движения во время его длительной стоянки.

На вагонах Е, Еж и их модификаций рычажная передача ручного тормоза, смонтированная на раме вагона, соединена с механическим тормозом тележек. Ручной тормоз приводят в действие вращением маховика специальной колонки, находящейся с левой стороны в кабине машиниста. Прижатие тормозных колодок к колесам происходит только с левой стороны вагона.

Колонка ручного тормоза (рис. 56) состоит из корпуса *3*, маховика *1* с откидной ручкой, насаженного на вал *2* двух конических шестерен *4*, вертикального винта *5*, гайки *6*, двух тяг, планки *7* и подшипниковой опоры *8*.

Тяги *9* шарнирно соединены с гайкой и с кривым рычагом *10*, закрепленным на раме вагона.

Кривой рычаг в свою очередь соединен с рычажной передачей, в которую входят длинная тяга *11* с регулировочной муфтой, а также горизонтальные рычаги и наклонные тяги, соединенные с рычагами крайних левых тормозных подвесок тележек.

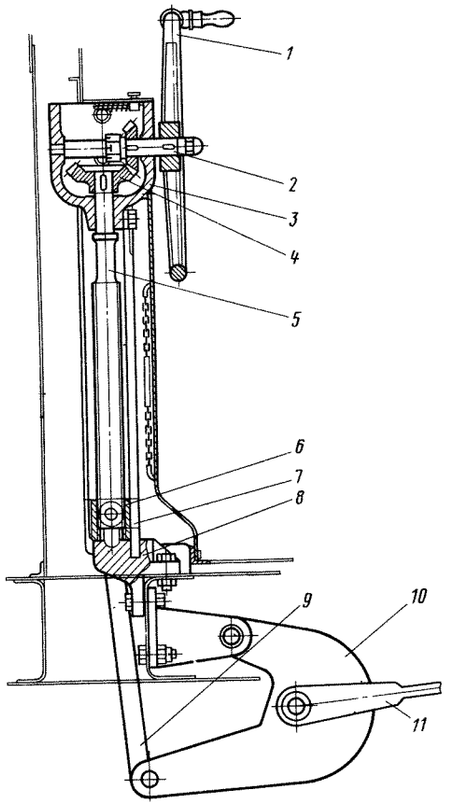


Рис. 56. Колонка ручного тормоза

Затормаживание вагона на стоянке осуществляют следующим образом: вращая маховик за ручку (по часовой стрелке), через конические шестерни приводится во вращение вертикальный винт. Вверх по резьбе винта поднимается гайка. Тяги, поднимаясь вместе с гайкой, поворачивают кривой рычаг.

Кривой рычаг, соединенный с длинной тягой, приводит в движение всю систему рычажной передачи ручного тормоза. Наклонные тяги, перемещаясь, действуют на механический тормоз так же, как шток тормозного цилиндра. Тормозные колодки прижимаются к колесам.

Передаточное число ручного тормоза, включая маховик колонки и рычажную передачу до тормозных колодок, составляет около 1000. Для создания тормозной силы при ручном торможении, как и при пневматическом, необходимо сделать 18—20 оборотов маховика при усилии руки человека 200 Н.

Указанное число оборотов необходимо для доведения тормозных колодок до поверхности катания колес, усилие руки при этом незначительное. Поэтому после прижатия колодок необходимо приложить на маховик полную силу. Большое число оборотов маховика недопустимо, так как может произойти упор кривого рычага в швеллер рамы вагона, а колодки к колесам будут не прижаты.

При пневматическом торможении рычажная передача ручного тормоза не работает из-за наличия продольных вырезов наклонных тяг в местах соединения с вертикальными рычагами тормозных подвесок.

Регулировку числа оборотов маховика производят при помощи муфты длинной тяги, после этого положение муфты фиксируют контргайкой и шплинтом. Необходимо правильно осуществлять регулировку ручного тормоза для обеспечения выхода штоков тормозных цилиндров на нижнем уровне нормы.

На вагонах 81-717 и 81-714 вместо ручного тормоза применяют пневмопружинный стояночный тормоз, который вместе с тормозным цилиндром называется блок-тормоз (рис. 57). Он работает, как пневматический во время движения вагона, выполняя служебное и экстренное торможение, и как стояночный для затормаживания подвижного состава во время стоянки.

На каждую тележку вагона устанавливают по одному блок-тормозу, который состоит из тормозного цилиндра *3*, стояночного пневмопружинного тормоза *2*, пружинного аккумулятора энергии *1*.

Стояночный пневмопружинный тормоз состоит из камеры *4*, поршня *5*, стакана *6*, в котором находится пружина *7*, толкателя *9* и оттормаживающего винта *8*.

Управление стояночным тормозом производится из кабины машиниста.

В поездном положении происходит сжатие пружины *7* под действием сжатого воздуха, поступающего из напорной магистрали в камеру *4* до упора поршня *5* во фланец корпуса.

В таком положении блок-тормоз работает, как тормозной цилиндр. Для затормаживания вагона при длительной стоянке и наличии сжатого воздуха в напорной магистрали необходимо выпустить воздух из камеры *4*. Под действием пружины *7* толкателем *9* через поршень тормозного цилиндра приводится в действие механический тормоз тележки, при этом тормозные колодки прижмутся к колесам. Для оттормаживания в камеру *4* подают сжатый воздух и пружина *7* со стаканом *6* возвращается в исходное положение.

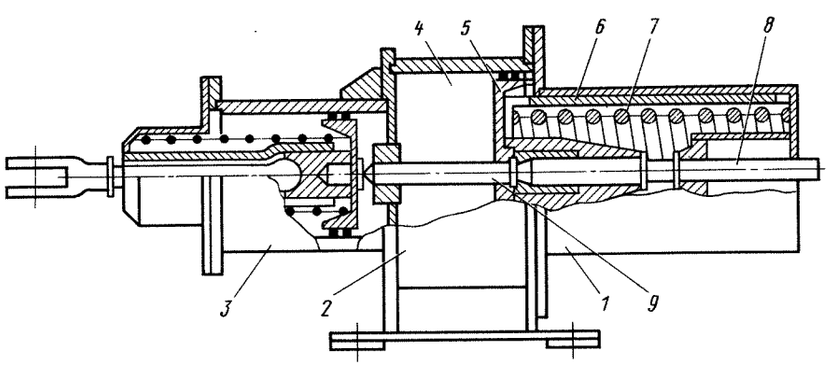


Рис. 57. Блок-тормоз тележек вагонов 81-7176, 81-714

При отсутствии воздуха в напорной магистрали стояночный тормоз отпускают специальным ключом, вывернув оттормаживающий винт *8* до упора его в дно стакана. При этом толкатель *9* и поршень тормозного цилиндра под действием оттормаживающей пружины возвращаются в исходное положение.

При аварийной ситуации, когда сжатый воздух выйдет из напорной магистрали, вагон будет заторможен тормозными цилиндрами и пружинами стояночных тормозов.

Основными величинами, характеризующими рычажно-тормозную передачу, являются передаточное число и коэффициент полезного действия (КПД).

Передаточное число определяется значениями плеч рычагов относительно их точек поворота и рассчитывается как произведение отношений плеч, воспринимающих усилие, к плечам, передающим его дальше.

На вагонах Е, Еж и их модификаций, а также вагонах 81-717, 81-714 передаточное число равно 6,56. Оно показывает, во сколько раз сила прижатия тормозных колодок к бандажам колес больше фактической силы, действующей на штоке поршня тормозного цилиндра. КПД есть отношение фактической полезной силы, действующей на тормозные колодки, к расчетной.

Действительная сила нажатия тормозных колодок меньше расчетной из-за потерь в тормозной системе. Основной потерей является сила сопротивления всех возвратных и оттормаживающих пружин. Она должна быть минимально необходимой для отвода колодок от бандажей колес, чтобы не снижать КПД передачи. В среднем КПД тормоза на вагонах метрополитена бывает в пределах 0,75— 0,8.

Передаточное число и коэффициент полезного действия тормоза необходимы для расчета тормоза вагона, целью которого является определение значения замедления при торможении и длины тормозного пути.

§ 10. Кузов и его узлы

Кузов вагона представляет металлический сварной каркас, состоящий из следующих основных узлов: рамы, боковых стенок, лобовой части кузова, концевой части кузова, крыши.

Рама кузова вагона выполнена сварной конструкцией из швеллерообразных балок и состоит из боковых поясов, которые вместе с концевыми частями образуют замкнутый контур. Боковые части рамы соединяются поперечными балками, двумя шкворневыми и двумя хребтовыми балками, воспринимающими усилие от автосцепок вагона. Между шкворневыми балками хребтовых балок нет, вместо них по всей длине кузова установлен стальной настил пола, выполненного из гофрированного листа толщиной 1,4 мм.

Боковые пояса рамы представляют гнутый швеллер высотой 180 мм с шириной горизонтальных полок 70 мм и изготавливаются из отдельных балок, сваренных между собой. В боковых поясах предусмотрены овальные отверстия для приварки наружной обшивки стен кузова. Поперечные балки из гнутого швеллера с размерами $174\times65\times6$ мм также имеют овальные отверстия, предназначенные для монтажа трубопровода и раскладки кондукторов.

Шкворневые балки сваривают из двух вертикальных листов толщиной 8 мм и двух горизонтальных толщиной 10 мм. В шкворневой балке в местах установки пятника и скользунов вварены ребра жесткости. Хребтовые балки из гнутого швеллера 180 мм в средней части имеют специальные приваренные к ним косынки из листа толщиной 6 мм, между которыми приварены гнезда

автосцепок с установленными в них шарнирными подшипниками ШС-60. Для установки на раме вагона электро- и пневмоаппаратов приварены кронштейны и дополнительные балки, изготовленные из различных профилей. Боковые стенки кузова собирают из вертикальных стоек, подоконных балок, верхнего пояса и обшивочных листов толщиной 2 мм.

Для придания обшивке жесткости и уменьшения коробления при сварке в подоконной части обшивки по всей длине кузова и между окнами установлены гофры. Сварку отдельных секций кузова производят с помощью установки по электроконтактной сварке. Сварка стенок между собой и с крышей вагона — электродуговая. Стенки кузова приваривают к раме тележки электродуговой сваркой прерывистым швом через овальные отверстия. В боковых поясах рамы приваривают сплошным швом по нижней кромке обшивок к вертикальной стенке бокового пояса рамы. Настил пола приварен к раме вагона электродуговой и контактной сваркой.

Лобовая часть кузова толщиной 4 мм выполнена из стального каркаса методом штамповки. Для приварки каркаса к раме и крыше кузова установлены вертикальные ребра жесткости толщиной 12 мм. Боковая обшивка кузова и лобовые листы крыши приваривают непосредственно к каркасу. Концевая часть кузова смонтирована из вертикальных стоек, подоконного пояса и листов обшивки толщиной 2 мм. Концевая часть вагона с боковинами соединяется с помощью электродуговой сварки.

Крыша вагона представляет собой конструкцию, выполненную из омегообразных дуг толщиной 2 мм, которые опираются на верхне-боковые части кузова и обшивки толщиной 1,4 мм. В верхней части крыши имеются шесть продольных гофров жесткости.

В продольном направлении дуги связаны между собой семью параллельными рядами стрингеров. В салоне вагона, начиная от второй дуги, вдоль продольной оси крыши установлены элементы для подвески светильников: на вагонах Е и его модификаций по 28—29 арматур освещения СМ-1 и СМ-2, а на вагонах 81-714, 81-717— светильники люминесцентного исполнения.

Установку крыши на вагон производят целиком или собирают секциями. Элементы крыши сваривают электродуговой сваркой или электрозаклепками. Крышу со стенками кузова соединяют электродуговой сваркой.

§ 11. Внутривагонное оборудование, двери, вентиляция

Внутреннее помещение кузова перегородкой разделяется на кабину управления и пассажирский салон. На вагонах 81-714 кабина отсутствует, а аппараты маневрового управления вагоном вмонтированы в боковые и торцовые стены кузова. Двойные стенки перегородки изготовлены из стальных штампованных профилей и листа толщиной 1,4 мм.

Перегородка со стороны салона имеет дверь для прохода в кабину. Двойные стенки перегородки образуют отсек для размещения оборудования автоматического регулирования скорости (АРС), а также радиооборудования и автоведения.

Пол вагона состоит из листов фанеры толщиной 10 мм, которая укладывается на гофрированный металлический настил рамы вагона. Между фанерой и металлическим настилом находятся два слоя асбеста общей толщиной 4 мм. Листы фанеры прикрепляют к металлическому настилу самонарезными винтами. Нижнюю поверхность фанерных листов покрывают антисептической пастой.

Верхнюю поверхность фанеры окрашивают грунтом ГФ-0163. Свободную от диванов площадь пола покрывают алкидным трудногорючим линолеумом на тканевой основе.

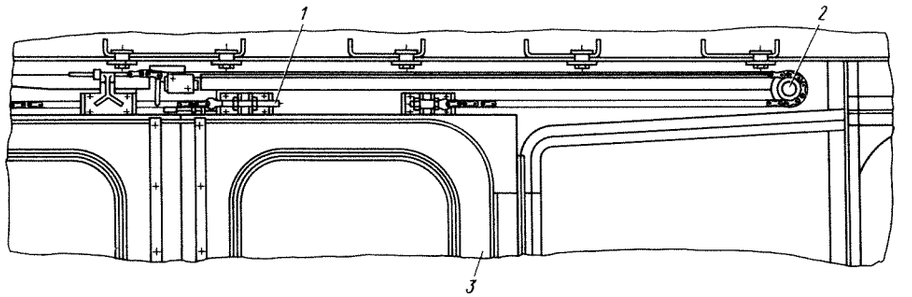


Рис. 58. Двери, дверное подвешивание, блокировка дверей:
1—винт натяжной; *2*—звездочка; *3*—створка двери

В полу вагона около шкворневых балок имеются люки, закрытые крышками, предназначенные для осмотра и ухода за двигателями, редуктором, карданной муфтой. В люках располагаются коннекторные втулки, в которых соединяются провода силовой цепи вагона с двигателями. Для доступа к шкворню и масленке пятника в центре шкворневых балок предусмотрены отверстия, закрывающиеся резьбовыми крышками.

На первых вагонах Е потолок обклеен клеенкой, а стены — линкрустом, на всех других типах вагонов потолок и стены обшиты бумажно-слоистым пластиком толщиной 3 мм. Стыки листов пластика накрывают специальными профилями из алюминиевых сплавов.

На вагонах Е внутри салона установлена деревянная раскладка, наличники окон и дверей. На вагонах 81-717 стены кабины управления имеют трехслойную обшивку: бумажно-слоистый пластик, губчатая резина, винилискожа Т вагонная с пониженной горючестью. Для доступа к механизмам дверного подвешивания в салоне над дверями установлены откидные люки.

На вагонах 81-714, 81-717 такие же крышки люков установлены над средними боковыми окнами салона для доступа к лампам бортовой сигнализации.

Крышки изготовлены из прессованного алюминиевого профиля, облицованного декоративным бумажно-слоистым пластиком. Крышки люков оборудованы замками, которые запираются трехгранным ключом. Для удержания крышек в открытом положении имеется специальная опорная планка, прикрепленная к верхнему поясу кузова.

Двери, дверное подвешивание, дверная блокировка (рис. 58). На вагоне применяют два типа дверей: раздвижные и створчатые. Раздвижные двери установлены в пассажирском помещении по восемь с каждой стороны вагона, а створчатые в концевой, лобовой части кузова и в перегородке. Створчатые двери оборудованы ручками для открытия и трехгранными замками. Двери изготавливают из листового сплава и штампованных алюминиевых профилей. Сборку штампованных профилей производят на одном из листов створки. Профили приваривают к листу контактной сваркой. Все двери, кроме двери в перегородке вагона 81-717, имеют стекла, которые устанавливают и закрепляют специальным резиновым уплотнением, исключающим выпадание стекла.

Створчатые двери подвешивают на шарнирных петлях, привернутых винтами к стойкам кузова, с опорой через шарик диаметром 7,38 мм.

Раздвижные двери (рис. 59, 60) подвешивают к верхнему поясу кузова через специальные балки. Закрепление этих балок к верхнему поясу выполняют болтами М16 со специальными гайками и контргай-

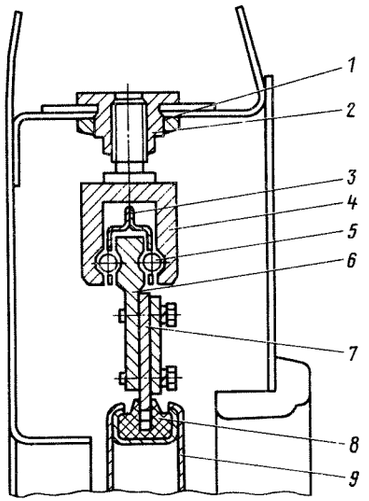


Рис. 59. Дверное подвешивание:
1—контргайка; *2*—гайка; *3*—сепаратор; *4*—балка; *5*—шарик; *6*—планка; *7*—подвеска; *8*—уплотнение; *9*—каркас дверн

ками. Каждый дверной проем имеет по две створки. Подвеска створок к балке осуществляется через два ряда шариков, расположенных в сепараторе в продольных пазах балки и специальной рейки, прикрепленной болтами к створке двери. С целью исключения выпадания сепаратора и шариков из пазов балки по краям ее предусмотрены резиновые упоры. Открывание и закрывание раздвижных дверей производят пневматическим прямодействующим цилиндром, связанным с одной из створок дверей. Вторая створка связана с первой при помощи цепного механизма, состоящего из двух отрезков втулочно-роликовой цепи, двух звездочек, установленных на балках, и натяжных винтов.

В нижней части дверного проема для улучшения хода створок размещены обрезиненные ролики. Управление открытием и закрытием дверей производят централизованно из кабин управления посредством электропневматического воздухораспределителя. В месте соприкосновения двух створок установлено специальное резиновое уплотнение. В открытом положении створки входят в пазы простенков вагона. Для предохранения от попадания атмосферных осадков и влаги при мойке вагонов дверные пазы уплотняют резино-тканевой полосой, прикрепленной к торцу двери, прижимаемой к дверной стойке при закрытом положении дверей. Во избежание попадания пальцев рук пассажиров в дверной проем в облицовке дверных мест сделаны выемки, которые закрывают резиной, обклеенной тканью. На вагонах 81-717, 81-714 сигнализация об открытии и закрытии дверей осуществляется механизмом блокировки дверей (рис. 61).

Механизм блокировки представляет собой конечный выключатель типа ВПК-2110 с пружинами, размещенными на блокировке кузова и толкателя, расположенного на ведомой створке двери. При закрытых дверях толкатель на створке отжимает маятник от толкателя конечного выключателя и цепь размыкается, при этом сигнальная лампа на пульте машиниста и лампы бортовой сигнализации гаснут.

При открытых дверях толкатель створки освобождает маятник, который под действием пружины нажимает на толкатель выключателя — цепь замыкается и лампы загораются.

Окна (рис. 62, 63). Окна салона и кабины застеклены плоским полированным стеклом или закаленным стеклом марки «сталинит» толщиной

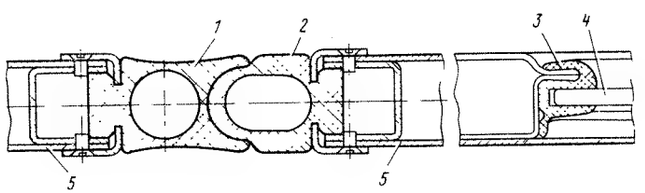


Рис. 60. Уплотнение раздвижных дверей:
1—уплотнение левое; *2*—то же правое; *3*—уплотнение стекла; *4*—стекло; *5* — створка

6 мм. Стекла устанавливают в проемы через специальные резиновые уплотнения и прижимают к буртику наружной обшивки внутренней облицовкой из алюминиевых сплавов. Крепление облицовок в оконном проеме осуществляют винтами с хромированной головкой. Окна салона оборудованы форточками.

Герметичность окна достигается путем правильной установки резиновой армировки, которая должна плотно без складок и перекосов облегать стекло и буртик наружной обшивки оконного проема.

Диваны. В промежутках между раздвижными дверями расположены диваны для сидения на 6 мест каждый, а между торцовой стенкой и дверным проемом — двухместные концевые. Конструкция дивана представляет собой каркас (рис. 64), состоящий из боковин, продольных связей и щитков, закрывающих подиванное пространство. На задней стенке спинок устанавливают крючки, которыми спинка навешивается на боковую стенку кузова. Боковины диванов изготовлены из алюминиевого сварного каркаса, облицованного пластиком толщиной 3 мм, армированным специальным профилем. Подушки и спинки диванов полумягкие. На деревянную рамку подушек накладывают фанеру толщиной 8—10 мм и на нее наклеивают пластину из пенорезины толщиной 10 мм. Снаружи подушки и спинки обтягиваются трудносгораемым материалом.

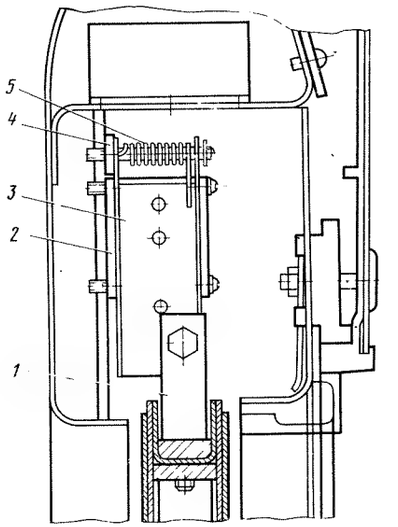


Рис. 61. Блокировка дверей:
1—толкатель в сборе; *2*—выключатель; *3*—маятник; *4*—ось в сборе; *5*—пружина

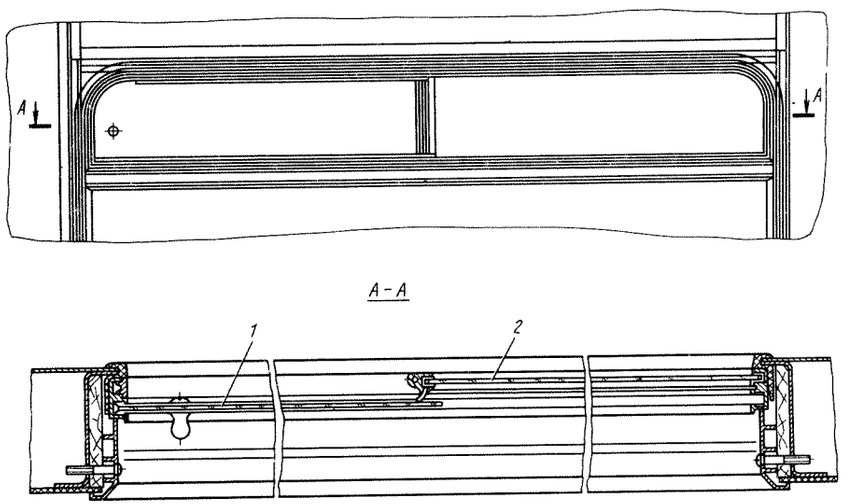


Рис. 62. Окна вагона Е:
1 — стекло форточки подвижное; *2* — то же неподвижное

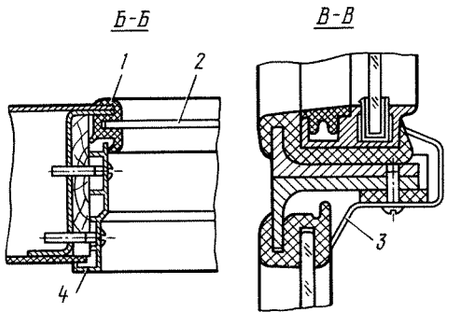


Рис. 63. Уплотнение стекла вагона:
1—уплотнение; *2*—стекло; *3*—облицовка; *4*—наличник

Поручни. По всей длине вагона между дверными проемами над диванами на высоте 830 мм от уровня пола устанавливают поручни *2* на кронштейнах *1* (рис. 65), прикрепленных к потолку вагона. На торцевых стенках салона по обеим сторонам размещены вертикальные поручни.

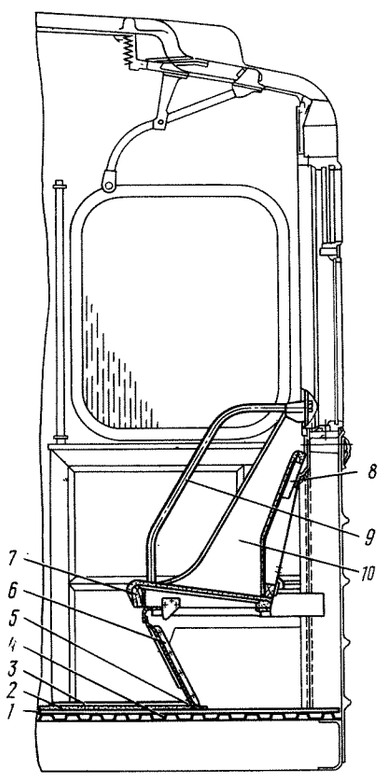


Рис. 64. Диваны и пол вагона:
1—асбест; *2*—фанера; *3*—линолеум; *4*—металлический настил; *5*—плинтус; *6*—каркас; *7*—сиденье; *8*—спинка; *9*—поручень; *10*—боковина

Поручни выполнены из стальных тонкостенных труб с хромированной поверхностью. Потолочные поручни изготовлены из труб диаметром 27 мм, а вертикальные — диаметром 22 мм, кронштейны поручней — полированные, выполненные из алюминиевого сплава литьем под давлением. Для обслуживающего персонала на вагоне установлены торцовые поручни для облегчения перехода из вагона в вагон и боковые, а также стремянки для входа в вагон с путей и у боковых дверей кабины.

Вентиляция. Вагоны 81-714, 81-717 оборудованы системой принудительной вентиляции. Вентиляция кабины управления механическая. Она предназначена для подачи в кабину свежего воздуха как во время движения поезда, так и во время его запланированных и вынужденных остановок. Система вентиляции имеет возможность изменять направление воздушного потока и его скорость до приемлемой для машиниста в районе его рабочего места. Вентиляционная установка состоит из заборного устройства с фильтрующим элементом, вентиляционного агрегата и раздаточного воздуховода.

Фильтрующий элемент состоит из двух сеток с заполнителем, изготовленным из упругого стекловолокнистого материала ФСВУ.

Фильтрующий наполнитель подлежит периодической замене через каждые 300—350 ч работы системы вентиляции. Управление вентиляцией осуществляют переключателем, расположенным рядом с распределителем воздуха. Вентиляция кабины управления обеспечивает 20-кратный обмен воздуха в кабине за 1 ч.

Система вентиляции салона механическая, предназначена для обеспечения пассажиров воздухом для равномерного распределения его по салону с приемлемыми скоростями

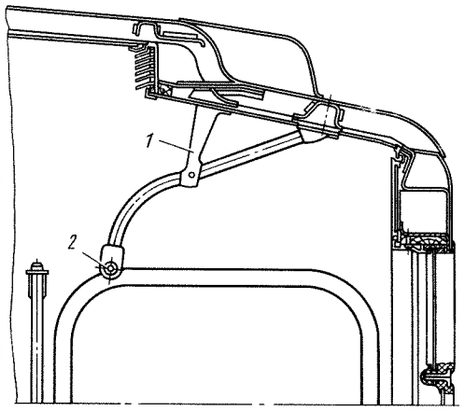


Рис. 65. Поручни вагона

воздушных потоков в зонах нахождения пассажиров как во время движения, так и во время стоянок. Система вентиляции состоит из шести спаренных и одного одинарного для вагона 81-717 или двух одинарных для вагона 81-714 вентиляционных агрегатов, расположенных под диванами.

Вентиляционный агрегат включает электродвигатель, на вал которого насажены роторы и корпуса вентиляторов. Забор воздуха осуществляется через всасывающие решетки, расположенные на боковине кузова вагона, а также фильтрующие элементы и заборные воздуховоды.

Раздачу воздуха производят через нагнетательные воздуховоды и раздаточные решетки, встроенные в алюминиевые наличники окон.

§ 12. Автосцепка и ее узлы

Автосцепка (рис. 66) вагонов всех модификаций, эксплуатируемых на метрополитенах нашей страны, принадлежит к типу «Метро» и выполняет несколько функций. Во-первых, она предназначена для механического сцепления вагонов друг с другом; во-вторых, для междувагонного соединения поездных проводов цепи управления и, в-третьих, для соединения воздухопроводов тормозной и напорной магистралей.

Конструкция автосцепки устроена таким образом, что при сближении вагонов автоматически происходит механическое сцепление их друг с другом и соединение воздухопроводов.

Соединение электрических цепей управления осуществляют после сцепления механической части автосцепок либо механическим способом с помощью нажатия вручную на рычаг, находящийся на автосцепке, либо пневматическим способом с помощью дополнительного пневматического привода.

В комплект автосцепки входят следующие узлы:

головка автосцепки *1*;

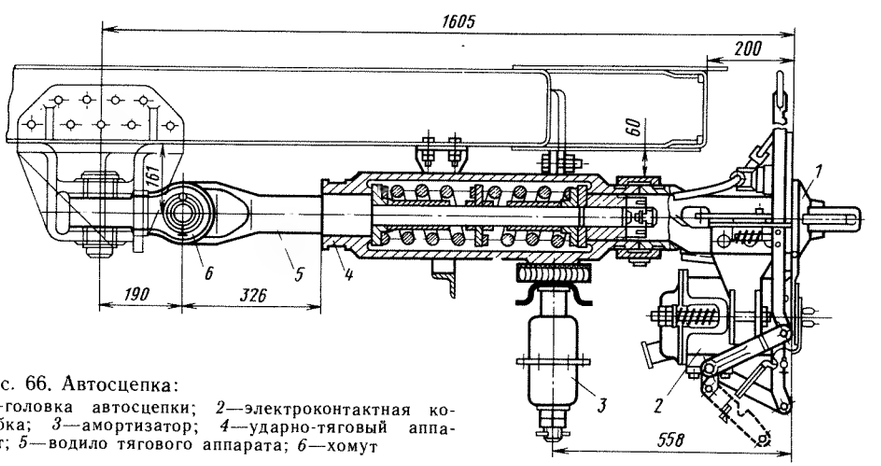


Рис. 66. Автосцепка:
1—головка автосцепки; *2*—электроконтактная коробка; *3*—амортизатор; *4*—ударно-тяговый аппарат; *5*—водило тягового аппарата; *6*—хомут

ударно-тяговый аппарат *4*;
электроконтактная коробка *2*;
пневмоцилиндр и детали подвешивания *3*.

Головка автосцепки (рис. 67) представляет литой корпус *1*, в котором установлены сцепной механизм *2—5*; клапаны воздухопровода и другие детали. На переднем фланце корпуса имеются конусообразный выступ и впадина с приливами. При сцеплении вагонов выступ заходит во впадину и тем самым исключает перемещение одной головки относительно другой.

Механизм сцепления состоит из равноплечевого рычага *2* дискообразной формы, скрепленного через валик с серьгой *4*. Положение замка и серьги в корпусе головки фиксируется возвратной пружиной *5*.

Механическое сцепление автосцепок осуществляют следующим образом: при сближении головок выступающая вперед серьга скользит по поверхности конусной впадины и одновременно поворачивает замок, подготавливая его к сцеплению с серьгой. При дальнейшем движении серьга соскальзывает с конусной впадины и цапфа серьги западает в выемку замка. В момент соприкосновения фланцев головок замок, сцепленный с серьгой, под действием возвратной пружины занимает рабочее положение.

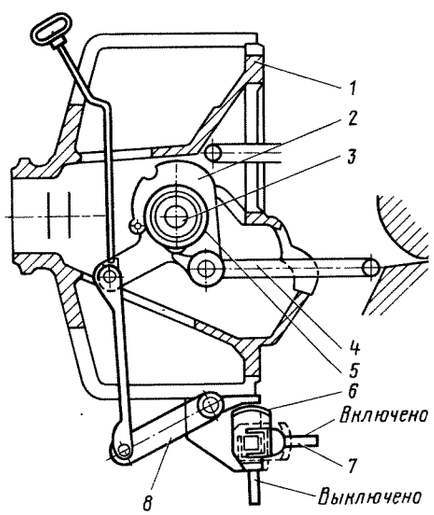


Рис. 67. Головка автосцепки:
1—корпус головки; *2*—замок сцепного механизма; *3*—валик; *4*—серьга; *5*—пружина возвратная; *6*—упор; *7*—кран с сектором; *8*—рычаг блокировки

Расцепление вагонов производят только при выключенных электрических контактных соединениях, т. е. в электроконтактных коробках, участвующих в сцеплении, должны быть убраны внутрь контактные пальцы. Сцепной механизм сблокирован с приводом контактной коробки. Блокировку сцепного механизма осуществляют упором, расположенным на кране управления привода электроконтактной коробки, который через рычажную передачу на головке автосцепки блокирует механизм сцепления. При положении рукоятки «Включено» произвести расцепление головок автосцепки невозможно.

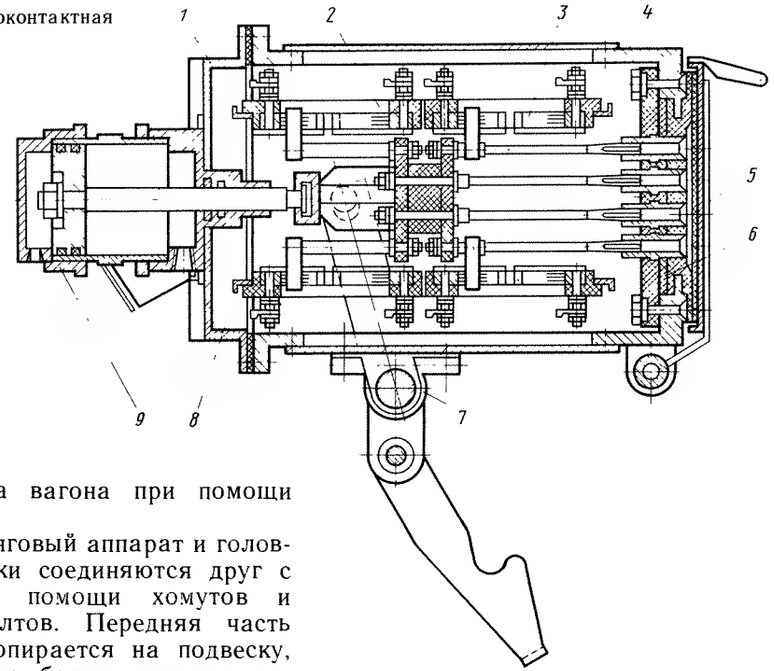
Клапаны междувагонных соединений располагаются на переднем фланце корпуса головки автосцепки. Верхний клапан предназначен для тормозной магистрали, нижний — для напорной. По своей конструкции оба клапана воздухопровода одинаковы и состоят из стакана, запрессованного во фланец корпуса головки, резиновой втулки, резинового уплотнительного кольца, вставленного в упорное кольцо.

При сцеплении головок выступающие за фланец на 5—6 мм уплотнительные кольца устанавливают заподлицо с фланцами; под действием пружины обеспечивается надежное соединение воздухопроводов.

Ударно-тяговый аппарат состоит из литого хомута, водила, цилиндрических пружин и упорных шайб. Независимо от направления приложения осевых нагрузок пружины аппарата работают на сжатие.

Хвостовая часть водила через сферический подшипник ШС-60 шарнирно соединена с гнездом автосцепки на хребтовой балке

Рис. 68. Электроконтактная коробка



рамы кузова вагона при помощи валика.

Ударно-тяговый аппарат и головки автосцепки соединяются друг с другом при помощи хомутов и стяжных болтов. Передняя часть автосцепки опирается на подвеску, состоящую из балки, которая может перемещаться в вертикальном направлении на стержнях, закрепленных на раме кузова.

Подвеска обеспечивает перемещение автосцепки в горизонтальной плоскости по балке и в вертикальной — по стержням совместно с балкой вследствие сжатия пружин подвески. Для исключения вертикального раскачивания концевых автосцепок на балке нижняя пружина подвески установлена в стакане с предварительной нагрузкой на значение веса части автосцепки, приходящегося на пружину.

Электроконтактная коробка (рис. 68) предназначена для соединения поездных проводов цепи управления.

Коробка состоит из корпуса *4*, двух панелей с зажимами *8*, блока контактов *2* с 36 или 72 контактными пальцами, передней панели *6* с латунными втулками, передней *5* и задней *1* крышек, пневмоцилиндра *9* и привода *7*.

Блок контактов расположен между панелями с зажимами так, чтобы флажковые контакты входили в выводы *3*, а концы контактных пальцев — во втулки передней панели. Блок контактов связан со штоком пневмоцилиндра и перемещается в направляющих планках корпуса коробки.

Пневмоцилиндр двустороннего действия получает питание от напорной магистрали через краны разобщительный и управления.

Переключение крана управления производят реверсивной рукояткой контроллера машиниста.

Подвеску электроконтактной коробки автосцепки к корпусу головки осуществляют с помощью двух стержней, расположенных в проушинах боковин, которые закреплены на корпусе головки. На стержнях автосцепки расположены пружины, находящиеся всегда в поднятом состоянии и заставляющие контактную коробку выступать за плоскость передних фланцев головки автосцепки. При сцеплении вагонов эти пружины плотно прижимают коробку друг к другу, тем самым обеспечивая защиту контакт-

ных элементов от пыли и влаги. В расцепленном положении передняя часть контактной коробки закрывается крышкой, в сцепленном положении крышка откидывается перед сцеплением и располагается под коробкой в гнездах держателя.

При подаче воздуха в заднюю полость цилиндра рукоятка крана находится параллельно оси автосцепки.

Контактные пальцы заходят в гнезда сопрягаемой коробки, происходит соединение междувагонных проводов цепи управления, а упор на кране управления блокирует сцепной механизм автосцепки.

При подаче воздуха в переднюю полость цилиндра рукоятка крана расположена перпендикулярно оси автосцепки. Происходит расцепление контактных коробок, а упор на кране управления освобождает рычажный механизм блокировки. Не допускается одновременно на двух смежных коробках включать привод на выдвижение контактных пальцев. Если на одной из смежных электроконтактных коробках пальцы выдвинуты, то на другой — контактные пальцы должны быть убраны в коробку, а цилиндр привода отключен от напорной магистрали с помощью разобщительного крана.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каково назначение ходовых частей вагона?
2. Что является основными узлами тележки?
3. Каково назначение рамы тележки?
4. Расскажите о преимуществах и недостатках рам тележек сварной конструкции.
5. Перечислите факторы конструкции рамы, влияющие на повышение надежности ее работы.
6. Перечислите требования, предъявляемые к колесным парам подвижного состава метрополитена.
7. Назовите типы колесных пар вагонов Е и моделей 81-717, 81-714 и их основные конструктивные отличия.
8. Расскажите о типах зубчатых передач, применяемых на подвижном составе метрополитена.
9. Для чего служит корпус редуктора?
10. С какой целью в тележках вагонов метрополитена применяют двухступенчатое рессорное подвешивание? Что является первой и второй ступенями рессорного подвешивания?
11. Какими недостатками обладает поводковое надбуксовое подвешивание?
12. С какой целью в буксовом узле колесной пары применяют роликовые подшипники качения?
13. Какими параметрами характеризуют пружины рессорного подвешивания?
14. С какой целью в рессорном подвешивании применяют двухрядные цилиндрические пружины?
15. Каково назначение центральных гидравлических амортизаторов?
16. Расскажите о принципе работы гидравлического гасителя колебаний.
17. Каковы основные требования, предъявляемые к конструкции тяговых передач?
18. Перечислите преимущества и недостатки индивидуального привода вагонов метрополитена.
19. Каково назначение реактивной тяги подвешивания тягового двигателя ПК-117 тележки модели 81-717, 81-714?
20. Для чего служит узел подвешивания редуктора?
21. Каково назначение комплексного предохранения?
22. Каким образом осуществляют связь тягового двигателя с редуктором колесной пары?
23. С какой целью цапфы кулачков карданной муфты выполнены в виде подшипников?
24. Как производят монтаж карданной муфты?
25. Как происходит передача вращающего момента от двигателя к колесной паре?
26. Каково назначение тормозного оборудования на вагонах метрополитена?
27. Как осуществляют передачу тормозного усилия?
28. Что такое передаточное число и КПД рычажно-тормозной передачи?
29. Для чего предназначены ручной и стояночный блок-тормозы?
30. Для чего применяют оттормаживающие устройства в рычажно-тормозной передаче?
31. Почему кузов и рама вагона выполнены цельнометаллической сварной конструкции?
32. Что относится к внутреннему оборудованию вагона?
33. Как работают раздвижные двери вагона?
34. Для чего необходима принудительная вентиляция на вагонах 81-717, 81-714?
35. Расскажите о назначении автосцепного устройства и ударно-тягового аппарата.
36. Как работает сцепной механизм головки автосцепки?

Глава 3

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

§ 13. Тяговые и вспомогательные электродвигатели

Электрические машины, применяемые на подвижном составе метрополитена, по своему назначению подразделяются на тяговые электродвигатели, предназначенные для преобразования электрической энергии, получаемой из контактной сети, в механическую, используемую для вращения колесных пар; электродвигатели привода компрессоров; электродвигатели привода групповых переключателей.

При электрическом (реостатном) торможении тяговые электродвигатели работают в генераторном режиме, преобразуя механическую энергию вращения колесных пар в электрическую, которая затем в свою очередь превращается в тепловую в тормозных резисторах.

Тяговые электродвигатели. На метрополитене применяют тяговые электродвигатели постоянного тока ДК-104 (на вагонах Д), ДК-108 (на вагонах Е, Еж, Ем-508, Ем-509), ДК-116 (на вагонах Еж3, Ем-508Т), ДК-117 (на вагонах 81-717, 81-714).

Все они являются электродвигателями последовательного возбуждения, у которых обмотки якоря и полюсов соединены последовательно (рис. 69). Такие двигатели имеют ряд преимуществ для электрической тяги. Благодаря мягким скоростным характеристикам они развивают значительно больший пусковой момент по сравнению, например, с двигателями параллельного возбуждения; кроме того, при изменении в широких пределах момента нагрузки на валу двигателей последовательного возбуждения мощность их изменяется в меньших пределах, чем у двигателей других типов, т.е. для двигателей последовательного возбуждения менее опасны перегрузки по вращающему моменту.

Регулирование частоты вращения тяговых электродвигателей осуществляют путем: изменения напряжения на их зажимах (переключение соединения двигателей в схеме вагона); включения дополнительного резистора в цепь якоря (пускотормозные резисторы) и ослабления возбуждения с помощью шунтирования обмотки возбуждения. Ступеням ослабления возбуждения соответствуют ходовые позиции.

Все тяговые электродвигатели эксплуатирующиеся в вагонах метрополитена, имеют рамное подвешивание, т. е. опираются только на раму тележки в отличие от опорно-осевой подвески, когда двигатель с одной стороны опирается на раму тележки, а с другой — на ось колесной пары. Двигатели с рамным подвешиванием имеют значительно меньшую массу, у них отсутствуют опорно-осевые подшипники; механические детали таких двигателей испытывают меньшие нагрузки при прохождении вагоном и неровностей пути, так как они подрессорены вместе с рамой тележки.

Мощность тяговых электродвигателей вагонов колеблется от 66 кВт (ДК-108) до 110 кВт (ДК-117), что позволяет относить их к электрическим машинам малой мощности. К сведению, электродвигатели компрессоров мощ-

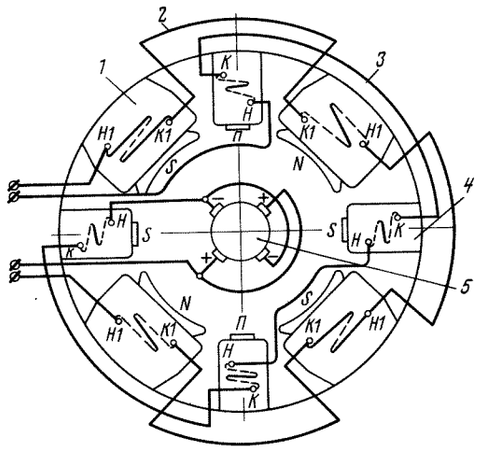


Рис. 69. Схема соединений обмоток тягового двигателя ДК-117:
1 — главный полюс; *2* — обмотка главного полюса; *3* — обмотка добавочного полюса; *4* — добавочный полюс; *5* — якорь

ностью 2,7—3,7 кВт также относят к электрическим машинам малой мощности, а электродвигатели привода групповых переключателей мощностью 0,15—0,17 кВт — к электрическим микромашинам.

В табл. 2 приведены основные технические данные тяговых электродвигателей вагонов метрополитена.

Тяговый электродвигатель (рис. 70) состоит из остова, полюсов, якоря, щеткодержателей со щетками для осуществления токосъема с коллектора; якорных подшипников; подшипниковых щитов и крышек подшипников. На вал якоря насажен вентилятор, охлаждающий тяговый электродвигатель.

Остов тягового электродвигателя (рис. 71) является магнитопроводом; к нему крепят главные и добавочные полюса.

Остов выполнен из стального литья 20Л-Ш с повышенными магнитными качествами, так как он служит магнитопроводом тягового электродвигателя, остовы двигателей ДК-104, ДК-108, ДК-116 выпускают круглой формы. С одной их стороны расположены по два верхних и одному нижнему кронштейну подвески, с другой — по два предохранительных кронштейна, обеспечивающих устойчивость в горизонтальном положении. Кронштейны имеют отверстия для зачаливания и транспортировки двигателей. Остов двигателя ДК-117 имеет форму восьмигранника. Верхних кронштейнов подвески — три, через них проходит стержень подвески (рис. 72), который крепят к крайним кронштейнам развальцовкой.

По обе стороны каждого остова находятся отверстия для входа и выхода воздуха. Со стороны привода эти отверстия закрыты сеткой из приваренных проволочных прутков во избежание попадания внутрь двигателя посторонних предметов. Со стороны коллектора остовы имеют по два коллекторных люка для обслуживания коллекторно-щеточного узла, когда двигатель

Таблица 2

Показатель	Значение показателя для тягового электродвигателя типа			
	ДК-104	ДК-108	ДК-116	ДК-117
Мощность часового режима, кВт	72	66	72	110
Напряжение на зажимах, В:				
при двигательном режиме	375	375	375	375
при генераторном режиме	750	750	750	750
Ток часового режима, А	220	202	218	330
Частота вращения часового режима, об/мин	1230	1510	1360	1480
Коэффициент полезного действия, %			88	88,9

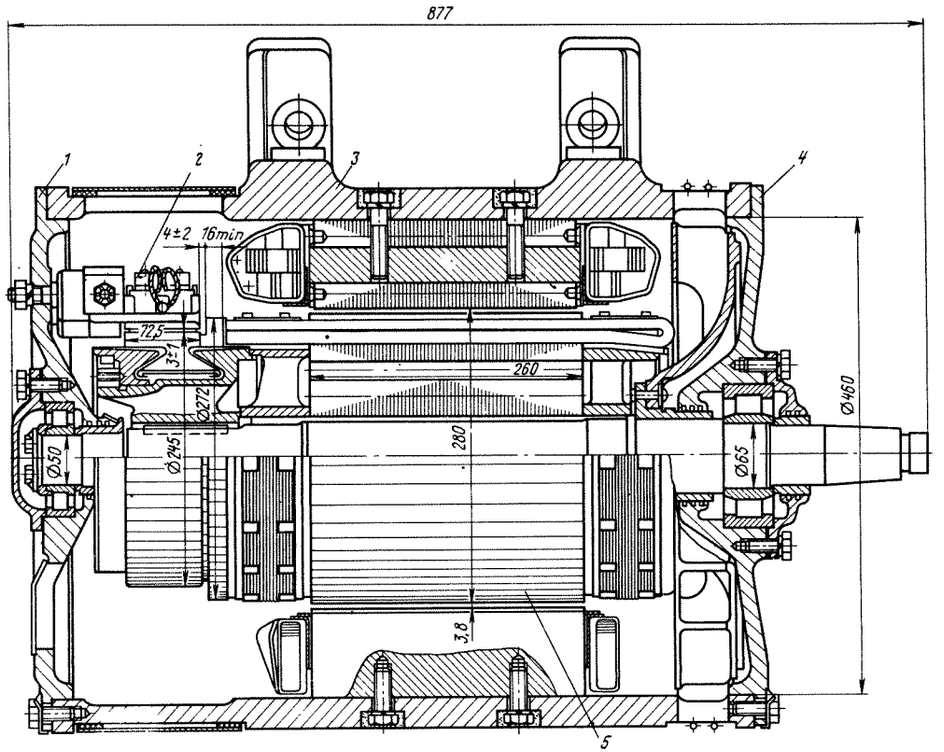


Рис. 70. Тяговый двигатель ДК-108 в сборе:
1 — щит подшипниковый передний; *2* — щеткодержатель; *3* — остов; *4* — щит подшипниковый задний; *5* — якорь

находится на тележке. В процессе эксплуатации коллекторные люки закрываются крышками, имеющими на внутренней стороне подслой из губчатой резины и крепящимися с помощью замков к скобам, приваренным к станине.

Все остовы имеют расточки горловин под посадку подшипниковых щитов как со стороны коллектора, так и со стороны привода. С внутренней стороны фрезерованы места под установку главных и добавочных полюсов.

На боковых поверхностях остова находятся отверстия под болты (на ДК-104 — шпильки) крепления главных и добавочных полюсов. Со стороны коллектора просверлены четыре (на ДК-108— шесть) отверстия для выводных проводов от щеткодержателей и полюсных катушек. Также со стороны коллектора приваривают скобочки из стальной проволоки, к которым крепят провода выводные и межкатушечных соединений.

На торцовых поверхностях остова имеются резьбовые отверстия под болты крепления подшипниковых щитов. Внутреннюю поверхность остова, за исключением мест под посадку полюсов и подшипниковых щитов, окрашивают серой эмалью ГФ-92-ХС.

Главные полюса предназначены для создания магнитного поля, в котором вращается обмотка якоря. Каждый тяговый электродвигатель имеет по четыре главных полюса, расположенных напротив друг друга (см. рис. 71). На рисунке показана схема создания магнитного поля в двигателе.

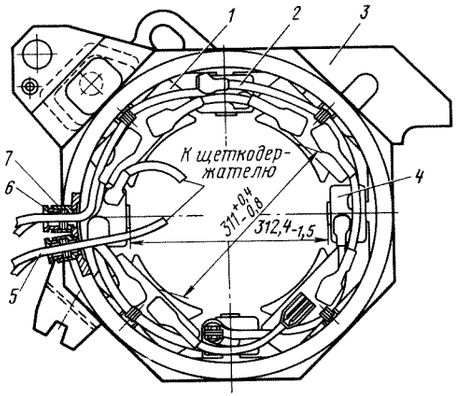


Рис. 71. Остов тягового двигателя ДК-117: *1*—полюс главный; *2*—провод соединительный, *3*—станина; *4*—полюс добавочный; *5*—провод выводной; *6*—втулка уплотнительная; *7*—гайка

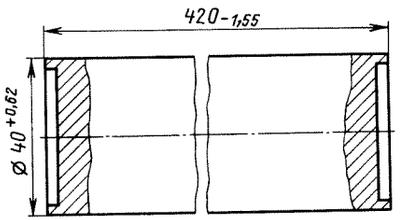


Рис. 72. Стержень подвески тягового двигателя к раме тележки

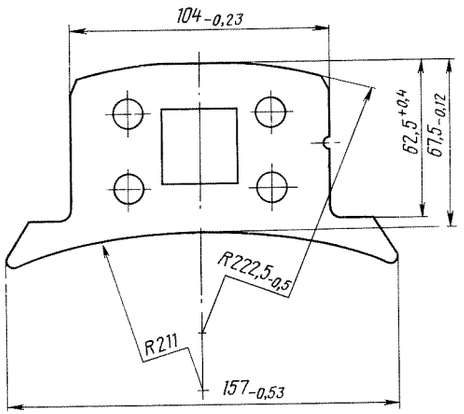


Рис. 73. Лист главного полюса

Главный полюс состоит из сердечника и катушки. На двигателях ДК-117 и последних моделях ДК-116 применены «моноблоки», в которых сердечник изготавливают и пропитывают вместе с катушкой. На двигателях ДК-104, ДК-108 и первых моделях ДК-116 катушки изготавливались и пропитывались отдельно от сердечников, а затем надевались на сердечник. В этом случае между сердечником и катушкой устанавливают пружинные фланцы из тонколистовой стали для обеспечения плотного крепления катушки к сердечнику.

Сердечник главного полюса для уменьшения вредного воздействия вихревых токов собирают из отдельных штампованных листов (рис. 73) стали Ст2 или Ст3 толщиной 2 мм, а по торцам размещают по одному листу толщиной 5 мм. Листы скрепляют четырьмя заклепками, проходящими через всю длину сердечника. Заданная длина сердечника получается при изменении числа листов. С помощью совпадения рисок (см. рис. 73) добиваются отсутствия выступа и впадин на сердечнике. Полюсные листы, а следовательно, и сердечник, заканчиваются полюсными наконечниками, имеющими специально рассчитанную форму для распределения магнитного поля в воздушном зазоре между сердечником и якорем. Крепление сердечника к остову на тяговом электродвигателе ДК-104 осуществляют тремя шпильками, которые ввертывают непосредственно в спрессованные листы.

На тяговых электродвигателях ДК-108, ДК-116, ДК-117 сердечник к остову крепят двумя болтами М20×70, которые ввертываются в стержень из квадратной стали, специально для этой цели устанавливаемой в сердечник.

Катушки главных полюсов (рис. 74) наматывают из шинной медной ленты марки МГМ или ЛММ плашмя в два слоя.

Между витками устанавливают прокладки из асбестовой бумаги толщиной 0,3 мм, пропитанные в кремнийорганическом лаке КО-916. Изоляция главных и добавочных полюсов так же, как и якорей тяговых электродвигателей всех типов, кремнийорганическая, принадлежащая к классам нагревостойкости F и H. Верхний слой обмотки изолирован от нижнего рамкой из миканита или слюдопласта. Крайние витки каждого слоя закреплены скобами из белой жести. Скобы припаивают к обмоточной меди оловом 02.

Катушки главных полюсов тяговых электродвигателей ДК-108, помимо обмотки возбуждения, соединяемой с обмоткой якоря последовательно, имеют дополнительную обмотку параллельного возбуждения, включаемую в электрическую схему вагона параллельно обмотке якоря в тормозном режиме. Необходимость применения обмотки параллельного возбуждения вызвана относительно малым магнитным насыщением двигателей ДК-108, в результате чего возрастает время возбуждения двигателей (работающих в генераторном режиме) в процессе электрического торможения. Благодаря наличию обмотки параллельного возбуждения удается уменьшить время возбуждения двигателей (генераторов), поэтому ее называют также подмагничивающей. Обмотка параллельного возбуждения наматывается из круглого медного провода марки ПСДКТ диаметром 0,57 мм. Число витков —530. Обмотка параллельного возбуждения расположена над обмоткой возбуждения ближе к остову и изолируется от обмотки возбуждения рамкой из миканита. Перед наложением корпусной изоляции катушки, обмотку параллельного возбуждения и обмотку возбуждения обматывают стеклянной лентой ЛЭС толщиной 0,1 мм одним слоем встык. В боковой части катушки поверх обмотки параллельного возбуждения в четыре

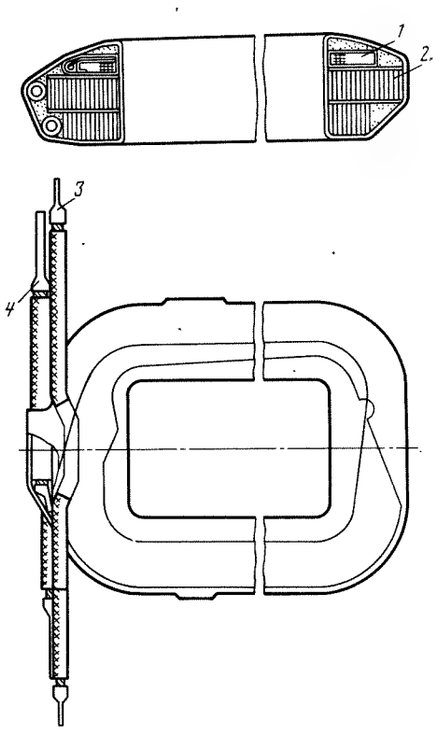


Рис. 74. Катушка главного полюса: *1*—обмотка параллельного возбуждения; *2*—то же последовательного возбуждения; *3*—вывод обмотки параллельного возбуждения; *4*—то же последовательного возбуждения

слоя укладывают прокладки из асбестовой электроизоляционной бумаги, а в торцовой части катушки со стороны выводного провода в два слоя — прокладку из стеклолакоткани ЛСК-180 толщиной 0,15 мм.

Выводные провода (на двигателях ДК-104 и ДК-108) или медные выводы (на двигателях ДК-116 и ДК-117) обмоток возбуждения припаивают к обмоточной меди медно-фосфористым припоем ПМФ. Изолировку выводных проводов производят одновременно с изолировкой катушек. К обмотке параллельного возбуждения двигателей ДК-108 выводные провода припаивают оловом 02, а концы проводов перед наложением корпусной изоляции привязывают к обмотке параллельного возбуждения стеклян-

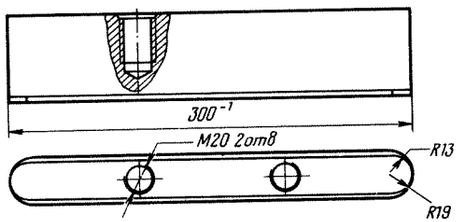


Рис. 75. Сердечник добавочного полюса

ной лентой ЛЭС толщиной 0,1 мм. Для правильного подсоединения обмоток в электрической схеме («северный» или «южный» полюс) все выводы или наконечники выводных проводов маркируют.

Корпусная изоляция катушек главных полюсов представляет слюдинитовую ленту ЛСК-СС ГОСТ 13184—78 толщиной 0,17 мм, намотанную в два-три слоя с перекрытием половины ширины ленты. Поверх корпусной изоляции наматывают покровную изоляцию из стеклоленты ЛЭС толщиной 0,1 мм в один слой с перекрытием половины ширины ленты. Все пустоты и неровности катушек заполняют электроизоляционной замазкой марки ВЭИ-61. Катушки тяговых электродвигателей пропитывают в кремнийорганическом лаке КО916, а катушки полюсов типа «моноблок», как отмечалось выше,— вместе с сердечниками.

Установку катушек на сердечнике производят в холодном состоянии, но перед затяжкой болтов катушки нагревают до температуры 100 °С.

Добавочные полюса служат для улучшения коммутации двигателя (искрение под щетками). Каждый тяговый электродвигатель имеет по четыре добавочных полюса, расположенных на остове между главными полюсами (см. рис. 71). Крепление добавочных полюсов к остову осуществляют на электродвигателях ДК-108, ДК-106, ДУ-117— двумя болтами М16-40.

Каждый добавочный полюс, как и главный, состоит из сердечника и катушки. Однако в отличие от сердечника главного полюса сердечник добавочного полюса (рис. 75) цельный. Он отливается из стали 25Л-1 или штампуется из стали Ст3. В нижней, ближней к якорю части его имеется фланец для установки катушки. В сердечнике просверлены два (или три) резьбовых отверстия М16 под болты крепления полюса к остову. Между сердечниками и остовом устанавливают латунные диамагнитные прокладки, уменьшающие воздушный зазор в их магнитной цепи. Как и главные, добавочные полюса бывают «монолитные», в которых катушка изготавливается и пропитывается вместе с сердечником, и полюса, у которых катушка изготавливается отдельно и затем надевается на сердечник. Во втором случае между катушкой и сердечником со стороны якоря размещают пружинные фланцы и полуфланцы для обеспечения плотного крепления катушек к сердечнику.

Катушки добавочных полюсов, как и главных, наматывают из медной ленты МГМ или ЛММ, но в отличие от главных полюсов не плашмя в два слоя, а на ребро в один слой. Изоляция катушек добавочных полюсов аналогична катушкам главных полюсов: между витками обмотки укладываются прокладки из асбестовой электроизоляционной бумаги; в качестве корпусной изоляции применяется слюдинитовая лента ЛСК-СС, поверх которой наматывается стеклянная лента ЛЭС. Вся изоляция пропитывается кремнийорганическим лаком. Заполнение пустот, припайка выводных проводов или медных выводов, изолировка межкатушечных соединений, клеймение выводов, насадка катушек на сердечники происходят так же, как и на главных полюсах.

После установки полюсов с катушками в остов катушки соединяют между собой, а также

Таблица 3

Показатель	Значение показателя для тягового электродвигателя типа			
	ДК-104	ДК-108	ДК-116	ДК-117
Число главных полюсов	4	4	4	4
Число витков главных полюсов:				
верхний слой	21	20	19	15
нижний слой	12	10	13	11
суммарное	33	30/50*	32	26
Число добавочных полюсов	4	4	4	4
Число витков добавочных полюсов	21	26	26	15
Размеры обмоточной меди, мм:				
главных полюсов	1,81×25	1,81×22/10,51*	1,68×25	2,26×25
добавочных полюсов	2,83×19,5	2,26×22	2,26×25	3,28×25
Класс изоляции главных и добавочных полюсов	Н	Н	Н	Н
Пробивное напряжение изоляции, В:				
главных полюсов	750	750	750	750
добавочных полюсов	750	750	750	750
Испытательное напряжение изоляции, В:				
главных полюсов	2650		3200	3350
добавочных полюсов	2650		3200	3350
Сопротивление катушек при температуре 20 °С, Ом:				
главных полюсов	0,05	0,048/124*	0,044	0,0312
добавочных полюсов	0,022	0,0266	0,022	0,0024
Масса меди всех катушек, кг:				
главных полюсов	51	37,2/4,3	44,0	52
добавочных полюсов	34	32	35,2	36
Воздушный зазор между полюсом и якорем, мм:				
главных полюсов (под центром)	1,5	3,25	2,90	2,5
добавочных полюсов	3,5+0,5**	3,8+0,5**	4,3+0,8**	3,2+1,3**
Диаметры горловин остова под подшипниковые щиты, мм:				
со стороны коллекторов	455+0,095	460+0,096	460+0,095	460+0,097
со стороны привода	455+0,095	460+0,095	460+0,095	460+0,097

* В числителе — для обмотки последовательного возбуждения, в знаменателе — для обмотки параллельного возбуждения.

** Второе слагаемое — толщина диамагнитной прокладки между добавочным полюсом и остовом.

со щеткодержателями и выводными проводами двигателя согласно схеме соединения (см. рис. 69). Соединение выполняют с помощью болтов, гаек и пружинных шайб. Затем оно изолируется и обматывается стеклянным шнуром — чулком.

В местах выхода выводных проводов тягового электродвигателя из остова устанавливают резиновые втулки во избежание перетирания изоляции проводов. На тяговых электродвигателях ДК-104 и ДК-108 применяется дополнительное уплотнение выводных проводов.

В табл. 3 приводятся основные технические данные остовов тяговых электродвигателей.

Якорь тягового электродвигателя состоит из следующих основных частей:

сердечника, обмотки, коллектора и вала.

Сердечник служит для укладки в него обмотки якоря. Кроме того, он является частью магнитной цепи электрической машины;

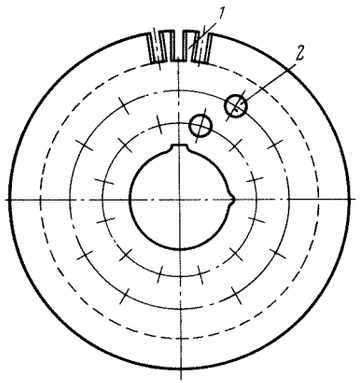


Рис. 76. Лист якорный:
1—якорный паз; *2*—вентиляционное отверстие

собирается из штампованных листов (рис. 76), выполненных из электротехнической стали Э-13 толщиной 0,5 мм. Для уменьшения потерь магнитных и на вихревые токи эта сталь содержит кремний, а листы ее изолируются друг от друга тонким слоем лака 0,03 мм. По 20 крайних листов сердечника с обеих сторон склеены между собой. По периметру листы имеют прямоугольные пазы для укладки в сердечник обмотки якоря. В каждом листе просверлено по 12 вентиляционных отверстий диаметром 18 мм. Внутреннее осевое отверстие диаметром 90 мм каждого листа имеет паз для посадки сердечника на шпонку вала, а также риску для ориентации листов относительно друг друга при сборке аналогично сердечнику главных полюсов. Листы

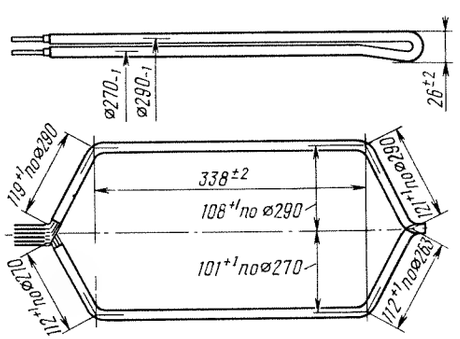


Рис. 77. Катушка якоря ДК-117

спрессовываются под нагрузкой примерно 250 кН, а затем допрессовываются между двумя нажимными шайбами под нагрузкой 250—300 кН.

Проходящий по обмотке якоря ток, взаимодействует с магнитным потоком, создаваемым главными полюсами, образует в якоре вращающий момент, благодаря чему в двигателе происходит превращение электрической в механическую энергию вращения якоря. Обмотка состоит из отдельных катушек, укладываемых в два слоя в пазы сердечника якоря. Число катушек равно числу пазов в сердечнике, так как катушка (рис. 77) имеет две стороны, укладываемые в разные пазы. Одна сторона каждой катушки располагается в верхнем слое одного паза, другая — в нижнем слое другого паза. Каждая катушка состоит из трех (ДК-104) или пяти (ДК-108, ДК-116, ДК-117) секций, представляющих собой проводники из медного провода ПСДКТ, с двух концов очищенные от витковой изоляции на длине 30—40 мм. Секции собирают в пакеты из 3 или 5 шт., формируют соответствующим образом для последующей укладки в пазы сердечника и затем изолируют, в результате чего образуется катушка. Конец каждой секции соединяется с коллекторной пластиной. В тяговых электродвигателях подвижного состава метрополитена применяются как петлевая (ДК-117), так и волновая (ДК-104, ДК-108, ДК-116) обмотки. В петлевой обмотке концы одной секции соединяются с соседними коллекторными пластинами, в волновой — с коллекторными пластинами, находящимися на диаметрально противоположных сторонах коллектора. Соответствующим образом и осуществляется формовка передних лобовых частей катушки.

В двигателях, где применяется петлевая обмотка, возникает необходимость в использовании уравнителей (уравнительных соединений). Это объясняется тем, что на практике не удается добиться того, чтобы магнитные потоки всех полюсов были в точности равны между собой. В результате внутри обмотки возникают уравнительные токи, которые замыкаются через щетки одинаковой полярности и соединительные провода между ними. Уравнительные соединения дают возможность разгрузить щетки от уравнительных токов, соединяя между собой диаметрально противоположные коллекторные пластины и как бы «принимая на себя» уравнительные токи. При использовании волновой обмотки надобность в уравнительных соединениях отпадает, так как каждая секция, начинаясь в зоне действия одного полюса, заканчивается в зоне действия противоположного полюса, и неравенства магнитных потоков взаимно компенсируются.

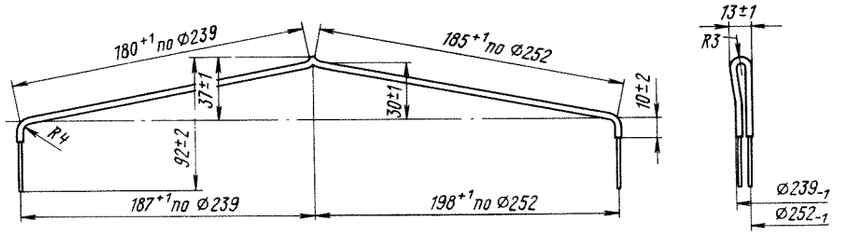


Рис. 78. Уравнитель

Уравнитель тягового электродвигателя ДК-117 (рис. 78) выполнен из медного провода ПСДКТ сечением $1{,}25 \times 2{,}5$ мм^2. Провод изолирован фторопластовой пленкой Ф-4ЭО толщиной 0,04 мм одним слоем с перекрытием половины ширины ленты, поверх которой наложена стеклянная лента ЛЭС толщиной 0,1 мм также в один слой с перекрытием половины ширины. Головка (задняя часть) уравнителя сформирована так, как это показано на рис. 78, аналогично головке (задней части) катушки якоря.

Катушки якоря (см. рис. 77) изолируются следующим образом. Витковая изоляция каждой элементарной секции (ПСДКТ) поставляется на завод комплектно с проводом.

Каждая нечетная секция (первая, третья и пятая в ДК-108, ДК-116, ДК-117; первая и третья в ДК-104) в местах перехода передних лобовых частей в концы медных шин дополнительно изолируется стеклянной лентой ЛЭС $0{,}1 \times 20$ мм одним слоем с перекрытием половины ширины ленты на длине 40—50 мм от угла. Те же секции изолируются аналогичным образом в местах перехода задних лобовых частей в головки секций на длине 15 мм от угла.

Между концами каждой секции уложены прокладки из микаленты ЛФК-ТТ размерами $0{,}15 \times 10 \times 40$ мм или стеклолакоткани ЛСК-180 размерами $0{,}15 \times 8{,}5 \times 50$ мм.

В углах перехода катушек из пазовых частей в лобовые между секциями расположены прокладки из стеклолакоткани ЛСК-180 толщиной 0,15 мм и длиной 25 мм.

Пазовые части катушек тяговых электродвигателей ДК-104, ДК-108, ДК-116 изолируются простынками из микаленты ЛФК-ТТ ГОСТ 4268-75 толщиной 0,15 мм в $5\frac{1}{2}$ оборота, а на двигателях ДК-117 пазовая часть — одним слоем вразбег стеклянной ленты ЛЭС размерами $0{,}1 \times 20$ мм; затем в $2\frac{1}{2}$—$3\frac{1}{2}$ оборота укладываются простынки из полиамидной пленки ПМ марки А по ТУ6-05-1491-72 толщиной 0,04 мм; наконец, в $3\frac{1}{2}$—$4\frac{1}{2}$ слоя — простынки из стеклянной ткани Э2 толщиной 0,062 мм.

Лобовые части катушек тяговых электродвигателей всех ти-

пов изолируются стеклолентой ЛЭС в один слой с перекрытием половины ширины ленты.

Углы перехода пазовых частей в лобовые изолированы микалентой ЛФК-ТТ размером 0,13×20 мм (ДК-117), фторопластовой пленкой Ф-4ЭО размером 0,04×20 мм в два слоя с перекрытием половины ширины ленты; поверх чего накладывается стеклолента ЛЭС в один слой с перекрытием половины ширины ленты.

Головка катушки двигателя ДК-117 изолируется пленкой Ф-4 ЭО одним слоем с перекрытием половины ширины; далее — лентой ЛЭС также одним слоем с перекрытием половины ширины. Головки катушек других типов двигателей — одним слоем ленты ЛЭС. Однако верхние части головок двигателей всех типов изолируются дополнительно стеклолакотканью ЛСКЛ-155 размером 0,15×20 мм одним слоем встык.

Таким образом, изоляцию катушки якоря тягового электродвигателя можно подразделить на следующие составные части:

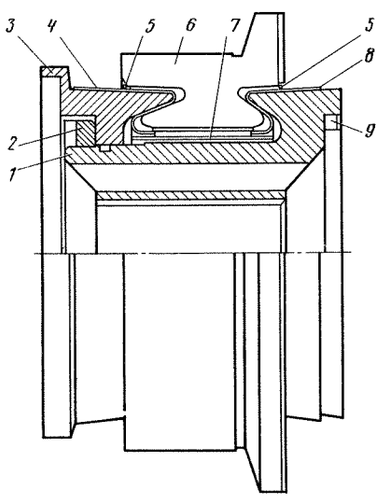


Рис. 79. Коллектор:
1—втулка коллектора; *2*—гайка коллектора; *3*—конус нажимной; *4, 8*—манжеты изолирующие; *5*—шнур; *6*—пластины коллекторные; *7*—цилиндр изолирующий; *9*—груз балансировочный

витковая изоляция — провод ПСДКТ; дополнительная изоляция головок нечетных элементарных секций и концов нечетных медных шин; межвитковые прокладки между концами шин и в углах перехода из пазовых частей в лобовые;

корпусная изоляция — микалента ЛФК-ТТ или полиамидная пленка ПМ марки А в пазовых частях, микалента ЛФК-ТТ или фторопластовая пленка Ф-4ЭО в местах перехода из пазовых частей в лобовые; фторопластовая пленка Ф-4ЭО в головке катушки ДК-117;

покровная изоляция — стеклолента ЛЭС по всей поверхности катушки; дополнительная изоляция верхней части головки из стеклолакоткани ЛСКЛ-155; стеклянная ткань Э2 на пазовых частях катушек ДК-117.

Вся изоляция как катушек якоря, так и уравнительных соединений пропитывается в кремнийорганическом лаке КО-916 или в термореактивном лаке ФЛ-98.

На большинстве тяговых электродвигателей обмотка крепится в коллекторе посредством дуговой сварки в среде аргона. Однако на некоторых двигателях ДК-104 и ДК-108 до сих пор применена пайка обмотки в коллекторе. В этом случае необходимо лудить концы секций катушки, очищенные от изоляции, в припое ПСр-2,5.

Коллектор является обязательной частью машины постоянного тока и служит в режиме электродвигателя для съема постоянного тока со щеток и передачи его на обмотку якоря. Он (рис. 79) состоит из набора коллекторных пластин, втулки коллектора, нажимного конуса, гайки коллектора, изоляционных манжет и изоляционного цилиндра.

Коллекторные пластины (рис. 80) располагаются на окружности и изолируются одна от другой прокладками из миканита или коллекторного слюдопласта. Сами пластины выполняются из твердотянутой профильной меди. Профиль меди у каждого типа двигателей несколько отличается один от другого, так как зависит от диаметра и числа пластин, каждая из которых имеет рабочую часть для контакта со щетками и петушки для подсоединений проводников обмотки якоря. Для этой цели в петушках имеются шлицы.

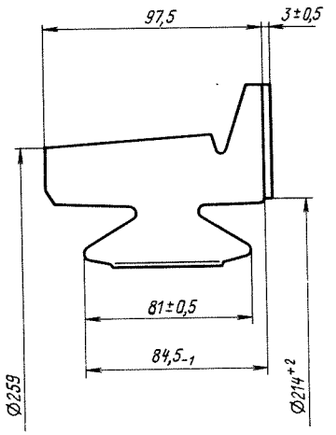


Рис. 80. Пластины коллекторные

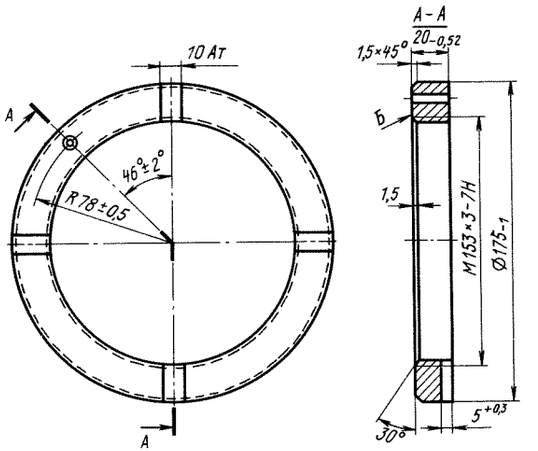


Рис. 81. Гайка коллектора

В тех электродвигателях, где применена пайка обмотки в коллекторе, шлицы лудят, как и проводники обмотки, серебряным припоем ПСр-2,5. На электродвигателях ДК-117 каждая пятая коллекторная пластина имеет более глубокий по сравнению с остальными пластинами шлиц, так как в него, помимо проводника обмотки, вставляется уравнительное соединение.

Нижняя часть коллекторных пластин имеет форму «ласточкина хвоста», при помощи которого пластины зажимают между втулкой коллектора и нажимным конусом. Крепление пластин осуществляют посредством коллекторной гайки (рис. 81), которую наворачивают на резьбовую часть втулки коллектора. Гайка имеет четыре технологических паза для ее подтяжки, а также резьбовое отверстие М6 для стопорного винта, который окончательно фиксирует гайку относительно нажимного конуса и препятствует ее отвинчиванию с резьбовой части втулки.

Нажимной конус и втулка коллектора — литые, выполняются из стали 25Л-1. Втулка (рис. 82) имеет вентиляционные отверстия.

Коллекторные пластины изолируют от втулки и нажимного конуса с помощью двух манжет и цилиндра, имеющего круглую форму и изготавливаемого из слюдопласта ФИК-АПЛ.

До посадки коллектора на вал производят его статическую ба-

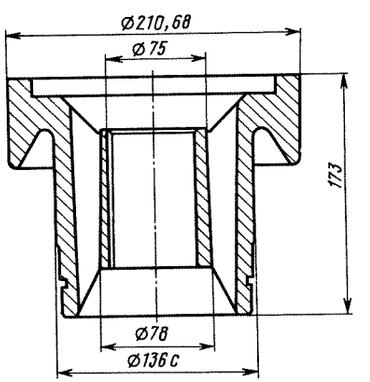


Рис. 82. Втулка коллектора

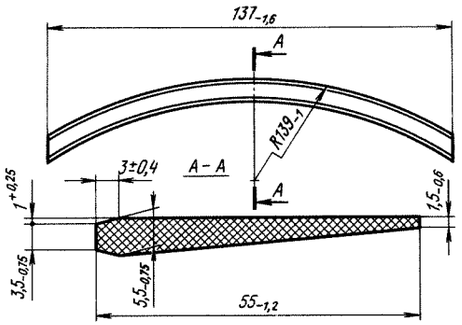


Рис. 83. Сегмент изолирующий

лансировку. Балансировочный груз приваривают к втулке коллектора электродуговой сваркой.

Собранный коллектор напрессовывают на вал якоря силой от 50 до 230 кН. При напрессовке коллектор должен быть сориентирован относительно сердечника таким образом, чтобы середина его паза, который принят за первый, располагалась: на ДК-104 и ДК-117 между коллекторными пластинами (соответственно 1-й и 141-й на ДК-104 и 1-й и 210-й на ДК-117), а на ДК-108 и ДК-116 — против середины коллекторной пластины (первой).

Обмотку якоря укладывают в пазы сердечника, а конец каждой секции вставляют в шлиц соответствующей коллекторной пластины. При укладке обмотки все токоведущие части надежно изолируют относительно друг друга и относительно нетоковедущих

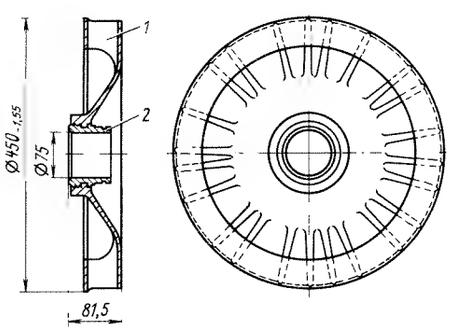


Рис. 84. Вентилятор тягового двигателя

частей. Дно и стенки пазов сердечника изолируют прокладками из стеклолакоткани марки ЛСЭ 105/130 или из пленкостеклослюдопласта ГИК-Т-СПЛ.

Кроме того, на дне пазов, так же как и между верхним и нижним слоями катушек в пазу, укладывают прокладки из асбестовой электроизоляционной бумаги. Лобовые части обмоток якорей ДК-104, ДК-108, ДК-116 изолируют прокладками из асбестовой электроизоляционной бумаги, слюдопластов ФИФША, ГИК-СС (в); для изолировки задней нажимной шайбы (под задние лобовые части обмотки) электродвигателей ДК-108, ДК-116 применяют также чехол из стеклянной ткани ТСФ (в). Изоляция передних и задних нажимных шайб утягивается стеклянной лентой ЛЭС. Все пустоты и неровности, возникающие при изолировке, также заполняют стеклолентой ЛЭС.

Между верхним и нижним слоем задних лобовых частей обмотки размещают изолирующий сегмент из прессовочного материала АГ-40 (рис. 83).

Крепление лобовых частей обмоток якорей выполняют с помощью бандажировки их стеклобандажной лентой ЛСБ или ЛСБ-Н. Пазовые части обмоток якорей крепят по-разному. На электродвигателях ДК-104, ДК-117 они прибандажированы лентой ЛСБ или ЛСБ-Н; на ДК-108, ДК-116— с помощью забивки в пазы сердечника стеклотекстолитовых клиньев по 2 шт. на паз.

Изоляция якорей тяговых электродвигателей всех типов принадлежит к классу иагревостойкости F или Н и пропитывается в кремнийорганическом лаке ФЛ-98 или КО-916.

Вентилятор (рис. 84) устанавливается на конце вала якоря со стороны привода. Вентилятор *1* двухдисковый, отливается из алюминиевого сплава АЛ-2 и крепится к стальной втулке

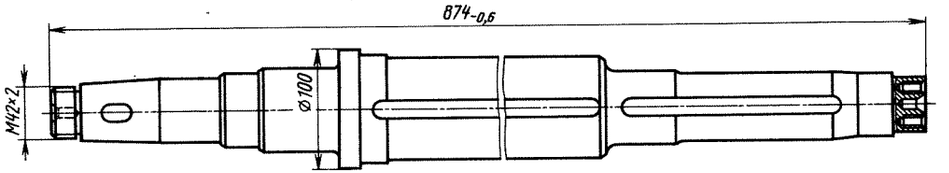


Рис. 85. Вал тягового двигателя

2 с помощью специальной гофрированной поверхности либо с помощью заклепок. Втулку напрессовывают на вал якоря.

Вентилятор подлежит статической балансировке. Собранный якорь проходит статическую и динамическую балансировки. Балансировочные грузы приваривают электродуговой сваркой к нажимным шайбам якоря, нажимному конусу и втулке коллектора, а также в виде болтов и гаек закрепляют на вентиляторе (см. рис. 84).

Вал (рис. 85) тягового электродвигателя изготавливают из стали 45. Он имеет несколько шеек различной длины и диаметра для посадки на них втулки с передним подшипниковым щитом, установки втулки коллектора, передней нажимной шайбы, сердечника якоря, задней нажимной шайбы, втулки вентилятора с задним подшипниковым щитом, посадки подшипников с задней подшипниковой крышкой. Втулку коллектора и сердечник якоря устанавливают на шпонках, поэтому соответствующие шейки вала имеют шпоночные канавки. На конце вала со стороны привода имеется также технологическая шпоночная канавка для испытаний двигателя. Хвостовик вала со стороны привода имеет резьбу М42 для гайки кулачка карданной муфты.

Основные технические данные якорей приведены в табл. 4.

Таблица 4

Параметр	Значение параметра для тягового электродвигателя типа			
	ДК-104	ДК-108	ДК-116	ДК-117
Диаметр якоря, мм	275	280	280	300
Число пазов	47	35	35	42
Размеры паза, мм	7,3×28,5	11,1×35	11,1×35	9,4×23,2
Тип обмотки	Волновая	Волновая	Волновая	Петлевая
Число сторон секций в пазу	6	10	10	10
Размеры обмоточного провода, мм	1,5×10	1,5×10	1,5×10	1,25×8,5
Тип изоляции обмоточного провода	ПСДКТ	ПСДКТ	ПСДКТ	ПСДКТ
Масса меди обмоточного провода, кг	23	26,5	26,5	27,3
Число уравнительных соединений	—	—	—	42
Размеры провода уравнительных соединений, мм	—	—	—	1,25×2,5
Тип изоляции провода уравнительных соединений	—	—	—	ПСДКТ
Масса проводов уравнительных соединений, кг	—	—	—	0,84
Сопротивление обмотки якоря при температуре 20 °С, Ом	0,051	0,066	0,066	0,0265
Шаг по пазам	1—12	1—10	1—10	1—11
Шаг по коллектору	1—71	1—88	1—88	1—2
Шаг уравнительных соединений	—	—	—	1—106
Диаметр рабочей части коллектора, мм	245	245	245	250
Число коллекторных пластин	141	175	175	210

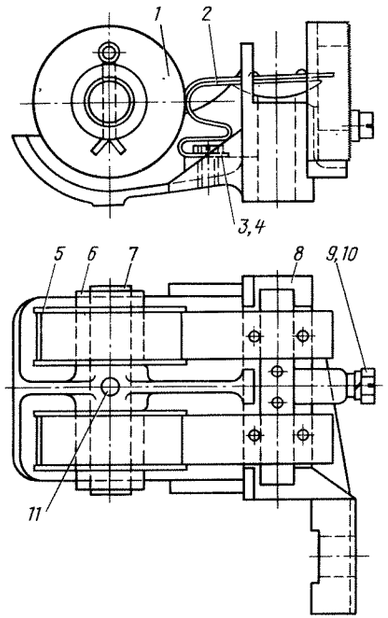


Рис. 86. Щеткодержатель:
1—шплинт; *2*—палец нажнмной; *3*—болт; *4*—шайба пружинная; *5*—шайба фибровая; *6*—втулка-«барабан»; *7*—ось; *8*—корпус; *9*—винт; *10*—шайба пружинная; *11*—винт установочный

Щеткодержатели (рис. 86) предназначены для фиксации щеток в определенном положении относительно коллектора. Они установлены таким образом, что щетки находятся под углом 45° к горизонтали.

Шпилькой и гайкой М12 щеткодержатель соединяется с кронштейном (рис. 87), с помощью которого щеткодержатели двумя гайками М16 крепятся к переднему подшипниковому щиту.

На каждом двигателе установлено по четыре щеткодержателя, к каждому из которых крепят по две щетки. Щеткодержатели, кронштейны и щетки тяговых электродвигателей ДК-104, ДК-108, ДК-116 имеют одинаковую конструкцию. Щеткодержатель состоит из корпуса, двух нажимных пальцев с пружинами, которые укреплены на оси. На оси установлены также две втулки (рис. 88), с помощью которых можно регулировать нажатие пальцев на щетки благодаря наличию отверстий и специальной прорези.

Корпус изготовлен из латунного литья марки ЛС 59-1 ЛД. Он имеет окно под щетки, резьбовые отверстия для винтов, крепящих ось и шунты щеток. На корпусе имеется прилив с гребенчатой поверхностью для крепления щеткодержателя к кронштейну. На этот прилив устанавливают гребенчатую накладку, которая состоит из пружины, обеспечивающей нажатие пальца на щетку, шунта и сухаря, осуществляющего механическое нажатие на щетку. Пружина, шунт и сухарь скреплены между собой заклепками (рис. 89).

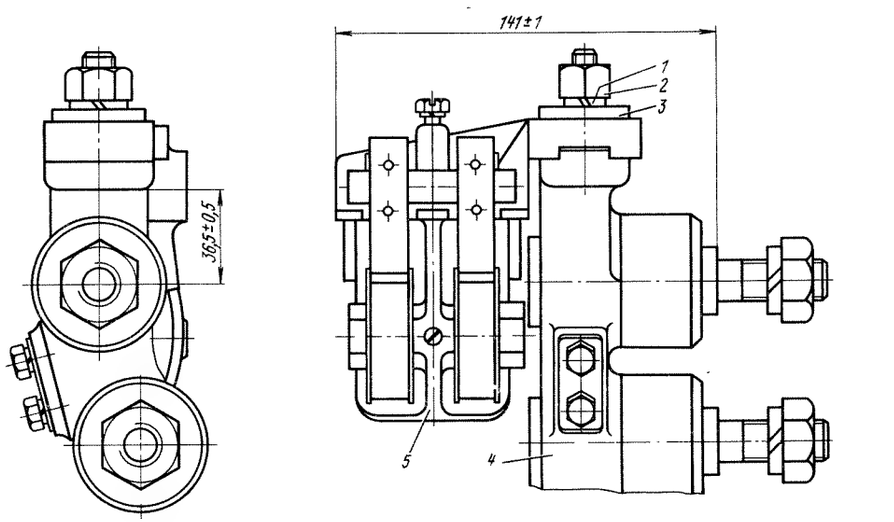
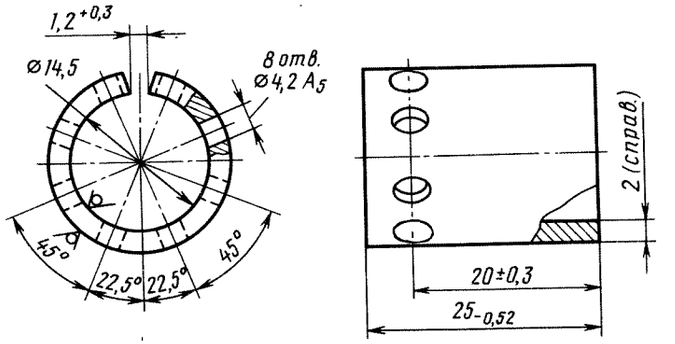


Рис. 87. Щеткодержатель с кронштейном:
1—шайба пружинная; *2*—гайка; *3*—накладка гребенчатая; *4*—кронштейн; *5*—щеткодержатель

Рис. 88. Втулка-«барабан»



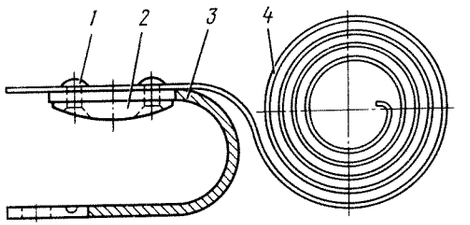


Рис. 89. Палец нажимной щеткодержателя:
1—заклепка; *2*—сухарь; *3*—провод; *4*—пружина

Пружина выполнена из стальной ленты марки У8А-С1×16 толщиной 1 мм. Пружина вводится в прорезь втулки (см. рис. 88). Сухарь штампуют из полосовой меди марки М3.

Шунт состоит из гибкого плоского медного провода сечением 10 мм^2, к которому с двух сторон припоем ПОС-30 припаяны наконечники из мягкого медного холоднокатаного листа.

Ось щеткодержателя (рис. 90) из круглой стали марки 20В. Она имеет пять сквозных отверстий, четыре из которых (по два с каждой стороны), расположенные под углом 60° друг к другу, предназначаются для регулировки нажатия на щетки посредством натяжения пружины нажимных пальцев поворотом втулок. В зависимости от необходимости натяжения пружины шплинты, фиксирующие ось, пропускаются через одно или другое отверстие.

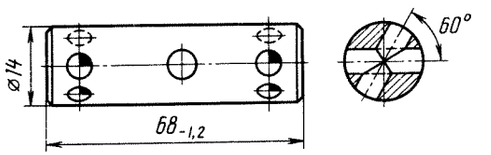


Рис. 90. Ось щеткодержателя

Кронштейн (рис. 91) щеткодержателя тягового электро-

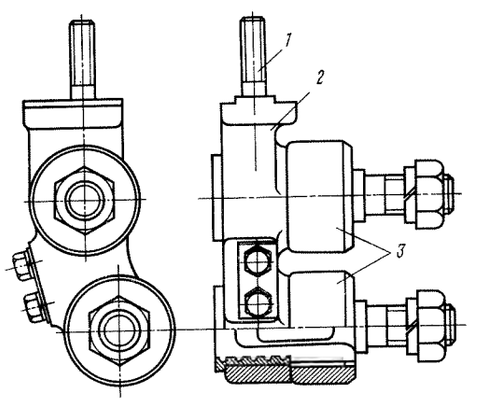


Рис. 91. Кронштейн щеткодержателя двигателей ДК-104, ДК-108, ДК-116:
1—шпилька; *2*—корпус; *3*—фарфоровый изолятор

двигателя ДК-104, ДК-108, ДК-116 состоит из собственно кронштейна, который штампуется из стали Ст2, двух пальцев, запрессованных в кронштейн, двух фарфоровых изоляторов и шпильки. С помощью пальцев, имеющих резьбу № 16 на длине 30 мм, кронштейн соединяется с передним щитом электродвигателя. Шпилька, которая ввертывается в кронштейн, а затем раскернивается в трех местах, служит для соединения кронштейна и щеткодержателя.

Пальцы изолируются от кронштейна с помощью фарфоровых изоляторов.

Кронштейн имеет луженую площадку, на которой двумя болтами М8×20 укреплен наконечник соединительного провода (перемычки щеткодержателей). Таким образом, электрическая цепь привода якоря тягового электродвигателя следующая: плюсовой выводной провод (маркируется «Я») — перемычка щеткодержателей — далее параллельно два кронштейна — соответствующие корпуса щеткодержателей — параллельно шунты щеток и шунты нажимных пальцев щеткодержателей — плюсовые щетки — плюсовые параллельные ветви коллектора —обмотка якоря — минусовые параллельные ветви коллектора — минусовые щетки — шунты щеток и нажимных пальцев корпуса соответствующих щеткодержателей — кроиштейиы соответствующих щеткодержателей — миусовой выводиой провод (маркируется «ЯЯ»).

В качестве перемычки щеткодержателей, соединяющей два параллельных кронштейна, используют провод марки РКГМ сечением 16 мм^2 (на ДК-117—35 мм^2).

На двигателях ДК-104, ДК-108, ДК-116 используют армированные угольные щетки марки ЭГ-61 размерами 50×32×16 мм, в качестве шунта применяют гибкий медный провод марки ПЩ сечением 4 мм^2, к которому оловянно-свинцовистым припоем припаян наконечник.

Конструкция щеткодержателей тягового электродвигателя ДК-117 отличается от щеткодержателей тяговых электродвигателей ДК-104, ДК-108, ДК-116. Применяют разрезную щетку марки ЭГ-84 (рис. 92), имеющую резиновую накладку. В качестве шунта применены четыре (а не один, как на ДК-104, ДК-108,

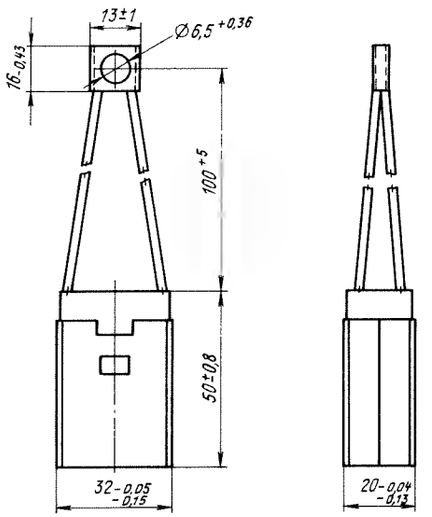


Рис. 92. Щетка ДК-117

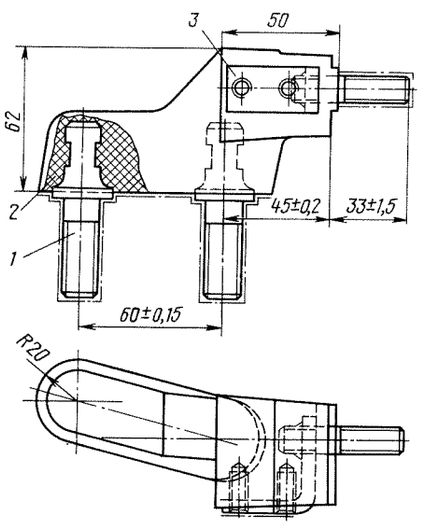


Рис. 93. Кронштейн щеткодержателя ДК-117

ДК-116) гибких медных провода марки ПЩ сечением 2,5 мм^2 каждый. Ввиду наличия резиновой накладки электрического контакта между щеткой и нажимным пальцем щеткодержателя нет. Ток от щетки передается к корпусу щеткодержателя посредством шунтов щетки. Общие габаритиые размеры щетки (вместе с иакладкой) составляют 20×32×50 мм.

Из-за различий габаритов щеток размер щеточного окна на корпусе щеткодержателя ДК-117 также отличается от размеров окна корпуса щеткодержателя ДК-104, ДК-108, ДК-116.

Существенные отличия имеет кронштейн щеткодержателя ДК-117 (рис. 93). Пальцы *1* для крепления кронштейна к переднему подшипниковому щиту, а также специальиый токоведущий вывод *3* с приваренной к нему шпилькой для крепления кронштейна к щеткодержателю залиты прессовочным материалом *2* марки ГСП-8, который и является несущей частью кронштейна. К выводу присоединяется перемычка щеткодержателей. Таким образом, в отличие от других типов двигателей токоведущей частью на ДК-117 является не сам кронштейн щеткодержателя, а только вывод, который выполнен из стальной полосы размером 5×20 мм, сталь марки Ст3.

Якориые подшипиики, в которых вращается вал тягового двигателя, роликовые. На тяговых электродвигателях ДК-104, ДК-108, ДК-116 в качестве переднего (со стороны коллектора) применен роликовый однорядный подшипник 30-62310, имеющий стопорное кольцо. Заднии (со стороны привода) является однорядный роликовый подшипник 30-32613. Внутренние кольца роликовых подшипников напрессовывают на вал якоря, наружные кольца запрессовывают в подшипниковые щиты. В качестве смазки для подшипников применяют смазку ЖРО.

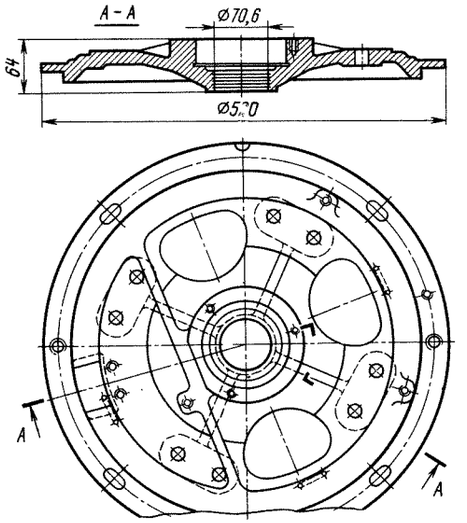


Рис. 94. Щит подшипниковый

На тяговом электродвигателе ДК-117 передним является роликовый однорядный подшипник 30-32310, задним — шариковый 80-413.

Подшипииковые щиты изготовлеиы из литой стали марки 25Л-П. Они устанавливаются в остов с двух сторон, при этом между размерами горловин станины и посадочными размерами щитов соблюдается иебольшой иатяг. Кроме того, щиты прикрепляются к торцовым поверхиостям остова при помощи болтов. Также иа иатяг рассчитаны посадочные места щитов под наружные кольца подшипников. В щитах (рис. 94) имеются лабириитные канавки для смазки. В передних подшипниковых щитах имеются веитиляционные отверстия, к которым (кроме ДК-117) приваривают сетку из тоикой проволоки во избежание попадания посторониих предметов внутрь электродвигателя. У передних щитов имеются также отверстия для креплеиия кронштейнов щеткодержателей. К этим же щитам приварены скобки, к которым прикрепляют перемычки щеткодержателей. На ДК-117 отверстия для

болтового крепления передних щитов к остову сделаны овальными. С их помощью можно несколько изменить положение щита, а вместе с ним и щеткодержателей по отношению к коллектору, устанавливая таким образом щетки на физическую нейтраль в случае неудовлетворительной коммутации.

Подшипники закрывают с помощью подшипниковых крышек, которые болтами крепят к подшипниковым щитам. Передняя крышка подшипника — глухая, задняя имеет отверстие для выхода концевой части вала. Через подшипниковые крышки в подшипники закладывается смазка (в крышках для этой цели имеются специальные отверстия). На ДК-117 задняя подшипниковая крышка присоединяется не непосредственно к подшипниковому щиту, а к дополнительной внутренней крышке шарикового подшипника, к которой приварены четыре шпильки. Эти шпильки проходят насквозь через задний подшипниковый щит, на них располагают заднюю крышку подшипника.

Коллекторные люки остова закрывают специальными крышками, имеющими замок, позволяющий быстро закрывать и открывать их. Такие же замки существуют и у кожухов электрических аппаратов. Замок (рис. 95) включает в себя шарнирный болт, на

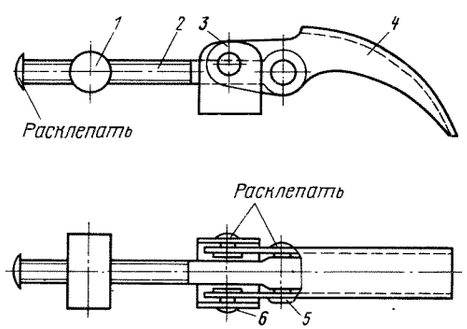


Рис. 95. Замок крышки люка:
1—траверса; *2*—болт шарнирный; *3*—скоба; *4*—рычаг; *5*—заклепка; *6*—ось

который навертывается траверса, имеющая внутреннюю резьбу. Траверса законтривается гайкой. К шарнирному болту с помощью заклепки присоединяют рычаг. В свою очередь к нему заклепками крепят скобу, которая и приваривается к крышке коллекторного люка. При установке крышки на остов траверса входит в соприкосновение со специальной скобой, имеющейся для этой цели на остове, и при нажатии рычага замка крышки коллекторного люка фиксируется на остове. Всего на каждом двигателе по две крышки коллекторных люков.

Электродвигатель ДК-117, в отличие от других типов тяговых электродвигателей вагонов метрополитена снабжен вентиляционным патрубком (рис. 96).

Он состоит из стенки *1*, которая имеет 72 вентиляционных отверстия; а также обечайки *2* и трех приваренных к обечайке угольников *3*, с помощью которых патрубок монтируют на остове электродвигателя.

Электродвигатели привода мотор-компрессоров. На вагонах *Д*, *Е* всех модификаций, 81-717, 81-714 установлены мотор-компрессоры ЭК-4 или ЭК-4А с электродвигателями ДК-408А (на вагонах *Д*), ДК-408Б (на первых вагонах *Е*) или ДК-408В (на последних вагонах *Е* и его модификаций, а также на вагонах 81-717, 81-714). На каждом вагоне находится один мотор-компрессор с одним электродвигателем. Модификации электродвигателей ДК-408 А, Б и В при практически одинаковых габаритных, геометрических и механических параметрах отличаются друг от друга некоторыми параметрами, а именно: числом пазов сердечника якоря и коллекторных пластин, размерами паза, площадью сечения провода обмотки якоря и полюсов, соединением обмотки с коллектором (шаг по пазам и по коллектору), числом витков в полюсной катушке и в секции обмотки якоря и др.

Как следствие, имеют разницу и так называемые выходные параметры электродвигателей: мощность на валу (ДК-408А — 3,7 кВт; ДК-408Б — 2,7 кВт, ДК-408В — 4,5 кВт); номинальный ток (ДК-408А—6,7 А; ДК-408Б—4,8 А; ДК-408В—6,8 А); номинальная частота вращения (ДК-408А — 1500 об/мин; ДК-408Б—1100 об/мин; ДК-408В—1500 об/мин).

В дальнейшем мы подробнее остановимся на конструкции наиболее распространенного электродвигателя ДК-408В, а в случае существенных отличий с другими модификациями будем делать соответствующие оговорки.

Передача момента осуществляется с вала электродвигателя на коленчатый вал компрессора. Валы соединены между собой посредством двухступенчатой зубчатой передачи. Шестерню, изготовленную из стали 40Х и имеющую 19 зубьев, устанавливают на вал электродвигателя с помощью шпонки. Остов электродвигателя крепят к корпусу компрессора, который в свою очередь подвешивают к раме кузова вагона.

Питание электродвигателя компрессора осуществляется от контактного рельса напряжением 750 В.

Остов электродвигателя выполняют из литой стали марки 25Л-1. Он имеет четыре главных полюса, причем добавочных полюсов нет. Полюсы, как и на тяговых электродвигателях, собирают из отдельных листов, выполненных из электротехнической стали. Листы стягивают между собой четырьмя штифтами. Каждый полюс крепят к остову двумя болтами М16×
×50. Полюсные катушки намотаны из круглого медного обмоточного провода диаметром 1,68 мм (ДК-408Б и В) или 1,95 (ДК-408А). Род изоляции медного провода: на ДК-408В — ПСД, на 2К-408Б — ПЭЛБО или ПБД, на ДК-408А — ПБД. На ДК-408В полюсная катушка состоит из

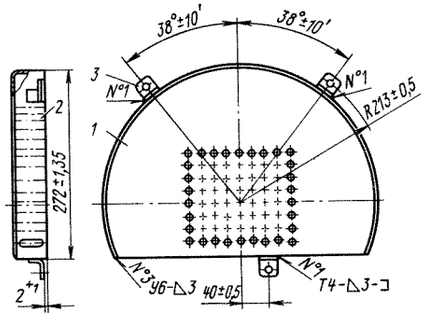


Рис. 96. Патрубок ДК-117

320, на ДК-408Б — из 360, на ДК-408А — из 262 витков. Сопротивление меди катушек в холодном состоянии на ДК-408В—5,06 Ом; на ДК-408Б —5,6 Ом; на ДК-408А — 3,2 Ом. Изолируется обмоточный провод катушки стеклолакотканью марки ЛСБ толщиной 0,2 мм, по обе стороны которой накладывается стеклянная лента размерами 0,2×30 мм. Катушки соединяются между собой последовательно. Два выводных провода выходят через имеющиеся в станине отверстия. Также последовательно к полюсным катушкам подключают и обмотку якоря.

Сердечник якоря собирают из штампованных листов электротехнической стали марки Э-12 толщиной 0,5 мм. С обоих краев сердечника размещают также по два листа толщиной 1 мм каждый, выполненных из обычной листовой стали. На валу листы сердечника спрессовывают между нажимными шайбами. Якорные листы и нажимные шайбы устанавливают на вал при помощи шпонки. В пазах сердечника якоря крепится обмотка. На ДК-408В эта операция осуществляется с помощью пазовых клиньев из стеклотекстолита марки СТЭФ или из прессовочного материала марки АГ-4В. На ДК-408А и ДК-408Б обмотка крепится в пазах при помощи бандажей. На ДК-408В и ДК-408А — по 45 пазов в сердечнике, на ДК-408Б —33 паза.

Обмотку якоря выполняют из круглого медного провода диаметром 1,08 мм (на ДК-408А и В) или 0,93 мм (на ДК-408Б). Обмотка якоря состоит из секций, число которых соответствует числу пазов сердечника якоря. В каждом пазу укладываются по 6 сторон секций (на ДК-408Б — по 10); каждая секция имеет по 7 оборотов (на ДК-408Б — по 8). Род изоляции обмоточной меди (витковая изоляция) — ПЭПБО. Секция изолируется (корпусная изоляция) в пазовой части двумя слоями вполуперекрышу микаленты ЛФК-ТТ толщиной 0,19 мм, шириной 15 мм; в лобовой части — двумя слоями вполуперекрышу стеклолакоткани ЛСК толщиной 0,15 мм, шириной 15 мм.

В качестве покровной изоляции применяют стеклоленту ЛЭС толщиной 0,1 мм, шириной 25 мм, наматываемую в один слой встык. Стороны секции отделены друг от друга прокладками из микафолия марки ММГ толщиной 0,2 мм. Сопротивление обмотки якоря в холодном состоянии составляет 2,77 Ом для двигателей ДК-408А и ДК-408В и 5,22 Ом для ДК-408Б.

Изоляция обмотки от сердечника якоря осуществляется с помощью прокладок из стекломиканита толщиной 0,3 мм и из стеклолакоткани толщиной 0,2 мм, а также с помощью стеклоленты размерами 0,2×30 мм. Коллектор электродвигателя компрессора собирается на коллекторной втулке, которая вытачивается из круглой стали диаметром 160 мм. Втулку размещают на валу якоря при помощи шпонки. Коллекторные пластины изолируются от втулки сегментом из прессовочного материала (на тяговых электродвигателях аналогичные функции выполняют миканитовые изоляционные манжеты и цилиндр). Коллекторные пластины штампуют из профильной меди. Между пластинами устанавливают прокладки из коллекторного слюдопласта марки КФСШ-7 толщиной 0,8 мм. Число коллекторных пластин (и прокладок): на ДК-408А, В —135; на ДК-408Б —165. Соединение якорных обмоток на всех типах компрессорных электродвигателей — волновое.

Шаг по пазам: 1-12 (на ДК-402Б — 1—9). Шаг по коллектору: 1—68 (на ДК-408Б — 1—83). Воздушный зазор между якорем и полюсами на всех электродвигателях составляет 1,5 мм.

К переднему подшипниковому щиту с помощью двух установочных винтов М8×35 крепят траверсу, которая выполнена из литой стали марки 25А-1. На траверсе имеются два прилива, к которым монтируют щеткодержатели. С помощью установочных винтов можно поворачивать траверсу вокруг подшипникового щита, изменяя положение щеткодержателей, относительно коллектора и устанавливая таким образом щетки на физическую нейтраль, добиваясь при этом удовлетворительной коммутации. Щеткодержатель состоит из латунного корпуса и спиральной пружины, которая наматывается на валик и фиксируется с помощью шплинта. Вращая пружину относительно валика, изменяют нажатие на щетку. Щеткодержатель изолируется от траверсы с помощью фарфорового изолятора.

Вал якоря электродвигателя вращается в подшипниках качения. Со стороны коллектора находится шариковый подшипник 308, со стороны, противоположной коллектору,— роликовый подшипник 32 310. Остов с обеих сторон закрыт подшипниковыми щитами: большим по диаметру — со стороны роликового подшипника и меньшим по диаметру — со стороны шарикового подшипника. К щитам с обеих сторон крепят подшипниковые крышки, имеющие лабиринтные канавки, резиновые манжеты, сальники (со стороны роликового подшипника) и калиброванные резьбовые отверстия, в

которые закладывается подшипниковая смазка. Отверстия для смазки заворачивают винтами-пробками.

Со стороны коллектора электродвигатель закрыт цилиндрическим колпаком, к которому приварена глухая крышка во избежание попадания посторонних предметов внутрь электродвигателя, в первую очередь на коллектор.

Со стороны, противоположной коллектору, электродвигатель сочленяется с компрессором.

Электродвигатели привода групповых переключателей. Электродвигатели постоянного тока ПЛ-072Г на 70 В предназначены для привода валов реостатных контроллеров ЭКГ-17 (вагоны Е всех модификаций) и ЭКГ-36 (вагоны 81-717, 81-714). Электродвигатели ПЛ-072Д на 24 В применяют для привода валов групповых переключателей положений ЭКГ-18 (вагоны Е всех модификаций).

Габаритные и конструкционные размеры узлов и деталей обоих типов электродвигателей практически одинаковы. Однако они различаются параметрами якорных и полюсных обмоток, что обусловливает различные выходные параметры электродвигателей.

Технические данные электродвигателей ПЛ-072 приведены ниже:

Мощность, кВт	0,17/0,15
Ток якоря, А	3,2/10,0
Частота вращения, об/мин.	1170/1350
Ток независимой обмотки возбуждения, А	1,73/3,35
Напряжение на коллекторе, В	70/24
Напряжение на обмотке возбуждения, В	70/24

Примечание. В числителе для электродвигателя ПЛ-072Г, в знаменателе — для ПЛ-072Д.

Остов электродвигателя круглой формы. Он отливается из алюминиевого сплава. В остов вставляют 152 спрессованных полюсных листа (рис. 97) толщиной 0,5 мм из электротехиической стали. Листы штампуют таким образом, чтобы в

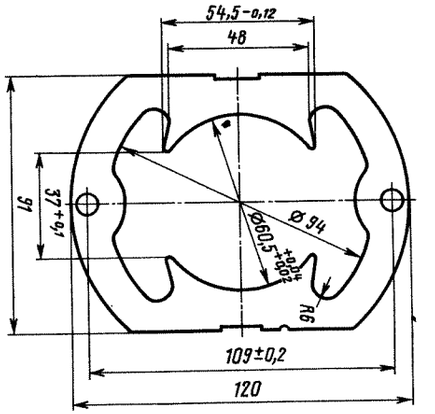


Рис. 97. Лист полюсной двигателя ПЛ-072

скомплектованном статоре было два полюса, к которым с помощью скобочек из тонколистовой стали крепят катушки. Их наматывают из круглого медного обмоточного провода ПЭВ-2 диаметром (без изоляции) 0,55 мм у ПЛ-072Г и 0,69 мм у ПЛ-072Д. Число витков: 630 у ПЛ-072Г и 370 у ПЛ-072Д, причем у ПЛ-072Г полюсные катушки соединены между собой последовательно, у ПЛ-072Д— параллельно друг другу. Выводные концы подсоединяют к рейке с зажимами, которую монтируют к остову электродвигателя сверху. К нижней части остова подсоединяются две лапы, с помощью которых электродвигатель устанавливают на соответствующий аппарат (реостатный контроллер или переключатель положений).

Якорь состоит из вала с напрессованным на нем вентилятором, якорных листов (сердечника), обмотки, коллектора и подшипников. Вал вытачивают из круглой стали, на который в натяг размещают 148 якорных штампованных листов толщиной 0,5 мм из электротехнической стали марки Э1А. Якорные листы имеют пазы для укладки в них обмотки. Число пазов —15. Обмотка крепится буковыми пазовыми клиньями.

Она выполнена из круглого медного провода.

Обмоточные данные якорей приведены ниже:

Диаметр провода голого, мм	0,53/0,10
Марка изоляции провода	ПЭВ-2/ПЭЛШО
Сопротивление обмотки при температуре 20 °С, Ом	3,34/0,32
Тип обмотки	петлевая/петлевая
Число сторон секций в пазу	8/4
Число витков в секции	9/6
Число коллекторных пластин	60/30 (сдвоенные)
Шаг по пазам	(1—8)/(1—8)
Шаг по коллектору	(1—2)/(1—2)
Воздушный зазор между полюсом и якорем, мм	0,5/0,5

Примечание. В числителе — для электродвигателей ПЛ-072Г, в знаменателе — для ПЛ-072Д.

Коллектор состоит из корпуса, устанавливаемого на вал якоря, медных пластин и миканитовых прокладок, находящихся в корпусе коллектора. Корпус выполнен из прессовочного материала марки АГ-4В и изолирует коллекторные пластины от вала.

Электродвигатель — самовентилируемый вентилятор, отливается из алюминиевого сплава марки АЛ9 и напрессовывается на вал.

Вал вращается в двух шариковых подшипниках 202.

Со стороны вентилятора к валу при помощи шпонки присоединяют стальную полумуфту. Аналогичную полумуфту крепят к редуктору реостатного контроллера или переключателя положений и таким образом электродвигатель соединяется с валом оси обслуживаемого аппарата.

Два щеткодержателя установлены на траверсе. Щеткодержатель состоит из латунного корпуса, пружины и курка, с помощью которого происходит натяжение пружины и регулируется нажатие на щетку (их — две). Марка щеток — ЭГ-8 с медным проводом, сечением 0,5 мм^2 и наконечником из листовой латуни.

Обмотка якоря включается в цепь управления вагона независимо от обмотки возбуждения. Выводы от щеток соединяются с клеммовой колодкой, как и выводы от обмоток возбуждения. С другой стороны к рейке с зажимами подключают соответствующие провода цепи управления вагона.

§ 14. Аккумуляторная батарея

Аккумуляторная батарея предназначена для питания цепей управления низкого напряжения. В обозначениях типов аккумуляторов знаки указывают: буквы — электрохимическую систему аккумуляторов, например КН — кадмиево-никелевую; цифры после букв — номинальную емкость аккумуляторов в ампер-часах.

Аккумулятор состоит из положительных и отрицательных пластин, расположенных в стальном закрытом корпусе. Между собой они изолированы эбонитом и представляют перфорированные коробочки.

В положительные пластины запрессована активная масса; гидрит окиси никеля, смешанный с графитом. В отрицательных пластинках активной массой является порошкообразная смесь губчатого железа с пуратом окиси кадмия (в аккумуляторах КНК) или специально подготовленный железный порошок (в аккумуляторах ЖН).

Пластины одного знака соединены между собой и с зажимами, расположенными на верхней части корпуса. Через верхнее отверстие в корпус заливают электролит, после чего его плотно закрывают пробкой с резиновым уплотнением. В качестве электролита применяют раствор едкого натра или едкого кали с добавлением монопурата лития.

Щелочные аккумуляторы по сравнению с кислотными механически более прочны, сравнительно легко переносят глубокие разряды, допускают параллельную работу, высокую кратковременную перегрузку. При нормальном и правильном уходе щелочные аккумуляторы могут работать до 25 лет.

Перед сменой электролита, которую производят не реже одного раза в год, аккумулятор должен быть разряжен 8-часовым разрядным током 5,65 А до напряжения 1 В.

Уровень электролита над пластиками должен быть не выше 12 и не ниже 5 мм.

В условиях работы на вагоне следует один раз в 3 мес производить нормальные заряды аккумуляторов током 11,25 А в течение 7 ч.

Замер напряжения аккумуляторной батареи на вагоне выполняют под нагрузкой и с отключенной цепью подзаряда, так как даже разряженная батарея без нагрузки может иметь номинальное напряжение.

Аккумуляторную батарею составляют из 56 элементов, которые устанавливают в деревянных ящиках по 8 шт. в каждом. Все элементы батареи вагона соединяют между собой последовательно при помощи металлических перемычек. На вагонах, где напряжение батареи составляет 55 В, установлено 40 элементов по 8 в каждом ряду.

§ 15. Электрическая аппаратура

Групповые контроллеры предназначены для переключений цепей на режим тяги и торможения и электродвигателей с последовательного на параллельное соединение (переключатель положения), а также для регулирования сопротивления и возбуждения тяговых двигателей при пуске и торможении вагона (реостатный контроллер).

Групповые контроллеры приводятся в действие с помощью электродвигателей постоянного тока с независимым возбуждением.

При последовательном соединении тяговых электродвигателей (пуск при вращении контроллера вперед) предусмотрено 16 пусковых позиций реостатного контроллера; 17-я позиция соответствует автоматической характеристике полного возбуждения, 18-я — переходная.

При параллельном соединении тяговых электродвигателей (пуск при вращении контроллера назад) предусмотрено 12 пусковых реостатных характеристик: одна характеристика полного и четыре — ослабленного возбуждения.

В каждом режиме последовательного и параллельного соединений на 1-й и 18-й позициях предусмотрена одна ходовая характеристика на ослабленном возбуждении.

Регулирование тормозного пути при остановке на станциях и смягчение торможения при больших скоростях производят вручную путем выведения по одной позиции.

Для ускорения самовозбуждения в начале торможения применяют дополнительную обмотку электродвигателя (около 10 % ампервитков от основной), включаемую при режиме электрического торможения и действующую согласно с основными обмотками возбуждения.

Реостатное торможение возможно со скорости 90 км/ч. В начальной стадии (до скорости 70 км/ч) оно осуществляется постепенным усилием возбуждения тяговых электродвигателей путем ручного торможения для снижения напряжения. Рабочее автоматическое торможение рекомендуется производить со скорости не выше 70 км/ч. Вращение вала реостатного контроллера (РК) на всех ходовых позициях происходит под контролем реле ускорения. На вагонах Еж3 и 81-714, 81-717 сни-

жение скорости при торможении от 90 до 62 км/ч производится за счет импульсного тиристорного регулирования возбуждения тяговых двигателей, а далее начинается реостатное торможение.

Скорость вращения реостатного контроллера РК и его хронометрический ход регулируют переменными сопротивлениями, включенными по потенциометрической схеме в цепь электродвигателя привода реостатного контроллера. Изменяя сопротивление, шунтирующее якорь электродвигателя, можно остановить вал РК на любой позиции. Электродвигатель СДПП привода переключателя положений (ПП) имеет обмотку возбуждения, которая обеспечивает вращение только в одну сторону.

Направление вращения электродвигателя привода реостатного контроллера изменяется реверсированием его независимой обмотки возбуждения при помощи реле реверсировки РР. Замыкая якорь электродвигателя накоротко, можно остановить вал РК на любой позиции.

Вал переключателя останавливается на позициях благодаря тормозному моменту, образуемому экстратоками, замыкающимися через якорь и возникающими при разрыве цепи электродвигателя в обмотке возбуждения. По эффективности этот вид торможения аналогичен торможению коротким замыканием.

Электромагнитный дисковый тормоз фиксирует переключатель положений на позициях: «Последовательное», «Параллельное» и «Тормоз 1», «Тормоз 2».

Переход СДПП с позиций ПТ1 и ПТ2 в положение ПС производится автоматически, когда рукоятка контроллера машиниста переведена в положение 0 и линейные контакторы включены. Переход с позиции ПП в положение ПС или ПТ1 происходит, когда рукоятка контроллера машиниста находится в ходовом или тормозном положении и включены контакторы ЛК2, КЦ1-2, а на тормозном режиме и контактор ТШ. Дисковый тормоз «отпускает» только при подаче питания на его катушку, т.е. одновременно с подачей питания на обмотку якоря и возбуждения СДПП.

Аппараты силовой и вспомогательных цепей высокого напряжения, за исключением автоматического выключателя типа АВ-8А, расположены под кузовом вагона и в целях защиты от попадания пыли и загрязнения закрыты кожухами. Аппаратура, предназначенная для управления поездом, размещена в кабине машиниста.

Аппараты силовой и вспомогательной цепей высокого напряжения. Токоприемник ТР-3А башмачного типа (рис. 98) предназначен для токосъема с нижней поверхности контактного рельса. На отечественных метрополитенах применена система нижнего токосъема, а именно: токоприемник скользит по нижней поверхности контактного рельса. Это позволяет защитить контактный рельс сверху и с боков деревянным коробом.

Технические данные аппаратов приведены ниже:

Номинальное напряжение, В . .	750
Длительный ток, А	800
Нажатие на контактный рельс в положении, Н:	
крайнем верхнем	8—12
рабочем горизонтальном . .	18—22
крайнем нижнем	28—32

Та часть рельсового токоприемника, которая расположена на брусе, называется корпусом. Он состоит из левого и правого стальных литых кронштейнов, между которыми находится держатель башмака.

Его крепят на оси, которая одним концом расположена в левом кронштейне, а другим — в правом. Держатель башмака может поворачиваться относительно кронштейнов вместе с осью. К держателю двумя болтами присоединяют башмак.

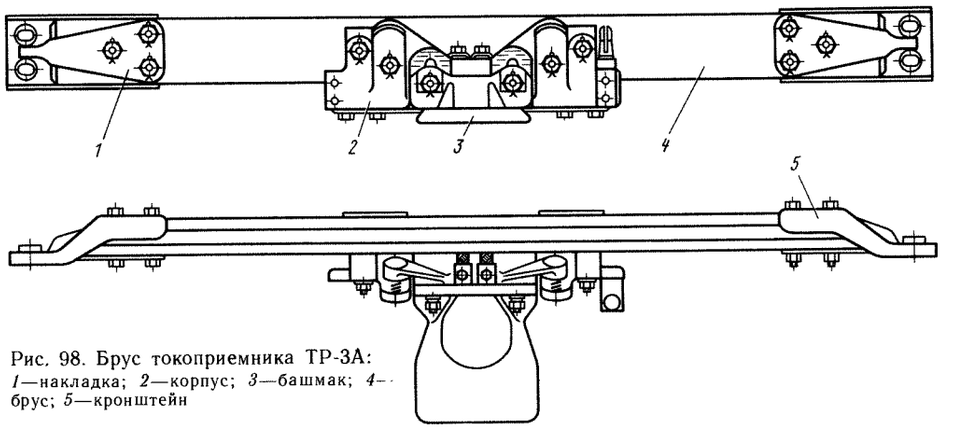


Рис. 98. Брус токоприемника ТР-3А: *1*—накладка; *2*—корпус; *3*—башмак; *4*—брус; *5*—кронштейн

Оба кронштейна связаны между собой стальной пластиной, расположенной снизу, а корпус токоприемника крепят к брусу четырьмя болтами (по два болта на каждый кронштейн).

Кронштейны имеют приливы с гнездами для пружин и для крепления кронштейна с пальцем, на который надевается втулка «удочки» для подачи высокого напряжения на вагон (в условиях депо или на заводе).

В верхней части держателя башмака находятся два прилива с гнездами для пружин. Пружины упираются одним концом в прилив кронштейнов, а другим — в приливы держателя башмака, заставляя последний поворачиваться так, что башмак занимает наивысшее положение. Дальнейший поворот держателя ограничен, так как приливы своей тыловой частью упираются в брус, на котором укреплен токоприемник. На брусе устанавливают металлические пластины, предохраняющие дерево бруса от вмятин.

Ток от контактного рельса поступает на башмак токоприемника и от башмака через два шунта попадает на стальную пластину, связывающую кронштейны. К правому кронштейну специальным зажимом прикрепляется силовой провод, который идет в силовую соединительную коробку.

Как уже указывалось, башмак токоприемника имеет три положения, а именно: крайнее верхнее; рабочее горизонтальное (при работе на линии); крайнее нижнее (в случае, когда необходимо разорвать цепь между контактным рельсом и башмаком токоприемника). Для фиксации башмака в отжатом от контактного рельса положении применяют штифт, который вставляют сверху в отверстие в левом кронштейне. Держатель башмака тыловой частью прилива упирается в штифт.

Главный разъединитель типа ГВ-10Е служит для ручного отключения силовых цепей вагона от токоприемников. Он представляет однополюсный аппарат ножевого типа. Для включения или выключения разъединителя необходимо установить реверсивную рукоятку контроллера машиниста, которая может быть вставлена или снята только в фиксированном положении разъединителя (включен или выключен). Съемная рукоятка контроллера машиниста может быть снята только при нулевом положении контроллера. Это гарантирует переключение главного разъединителя при отключенной силовой цепи. Главный разъединитель устанавливают в металлическом сварном ящике на изоляционной панели и

подвешивают к раме вагона неизолированно, что сделано для обеспечения безопасности поездной бригады и при его включении и выключении.

Главный разъединитель рассчитан на номинальное напряжение 900 В и длительный ток 400 А.

Автоматический выключатель типа АВ-1Б-3 или АВ-8А-3 предназначен для ручного включения и отключения, а также для автоматического отключения всех вспомогательных цепей при коротких замыканиях (к. з.). Он устанавливается в кабине машиниста в ящике из асбоцемента.

Выключатель имеет дугогасительное устройство; рычажный привод. Якорь оттягивается пружиной. Автоматический выключатель рассчитан на номинальное напряжение 750 В, длительный ток 70 А и может регулироваться на ток отключения от 100 до 300 А.

Ящик с электропневматическими контакторами типа ЛК-755А-2 или ЛК-756В металлический, в ЛК-755А-2 установлены четыре индивидуальных линейных контактора ЛК1, ЛК2, ЛК3, ЛК4 типа ПК-162. Ящик ЛК-755А-2 установлен на вагонах Е, Еж, Ем. На вагонах Еж3, Ем-508Т, 81-714, 81-717 размещены ящики типа ЛК-756В, в которых установлено по пять индивидуальных линейных контактора типа ПК-162. Контакторы предназначены для включения и отключения силовой цепи тяговых электродвигателей от контактного рельса как в процессе нормальной работы, так и при разрыве силовой цепи во время перегрузок или при к. з. Контактор ЛК2 при отключении вводит резистор, что смягчает толчок при отключении силовой цепи. Разрыв дуги происходит в асбестоцементной дугогасительной камере, укрепленной на контакторе. Выхлопная коробка прикрывает камеры, выступающие из ящика.

Для коммутации цепи управления на контакторах предусмотрены пальцевые блокировки. Подачей сжатого воздуха управляют электромагнитные вентили включающего типа, установленные отдельно

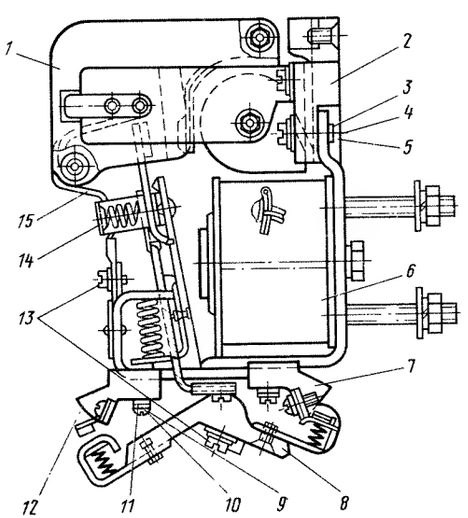


Рис. 99. Контактор электромагиитиый типа КПД-110:
1—камера; *2*—система дугогашеиия; *3, 9, 13*—вииты; *4, 5, 10, 11*—шайбы; *6*—система магнитиая; *7, 8, 12*—контакты блокировочные; *14*—пружина; *15*—контакт подвижиой

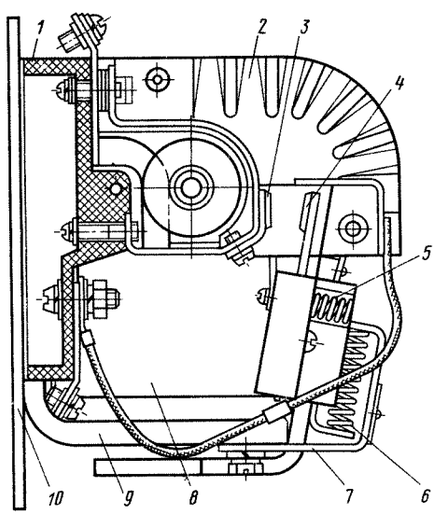


Рис. 100. Коитактор электромагнитный типа КПД-121:
1—осиоваиие корпуса; *2*—камера; *3*—иеподвижиый контакт; *4*—контакт подвижной; *5*—пружииа включателя; *6*—пружина; *7*—скоба; *8*—катушка; *9*—ярмо; *10*—панель

от контакторов на нижней планке ящика.

Контактор типа ПК-162 рассчитан на максимальное напряжение 1500 В и длительный ток 400 А.

Ящик с электромагнитными контакторами силовой цепи и контактором цепи управления ЯК-31А установлен на вагонах метрополитена Е, Еж, Ем.

Он представляет металлический сварной ящик, на двух панелях которого размещены пять электромагнитных контакторов КШ1, КШ2, КШ3, КШ4 и ТШ типа КПД-113 (рис. 99), предназначенных для ослабления возбуждения и коммутирования цепи обмоток подмагничивания тяговых электродвигателей; один сдвоенный контактор Р1-5 типа КПД-121 (рис. 100), включенный в цепи управления катушек линейных контакторов, и сдвоенное реле РР (реле реверсировки) типа РМ-3000, изменяющее направление вращения серводвигателя реостатного контроллера.

На вагонах Еж3 и Ем-508Т размещен ящик с электромагнитными контакторами ЯК-37Б. На панели, обращенной внутрь вагона, находятся три контактора КПД-113, два из которых используют для включения ключей ослабления возбуждения тяговых двигателей, а третий — для закорачивания ступеней резисторов в тормозном режиме. Здесь же расположена панель с резисторами ПЭВ-50-560 Ом и тремя диодами В-2-10-5.

На панели, обращенной наружу вагона, размещена панель, на которой установлены: три контактора КПП-113, обозначенные на схеме КШ1, КШ2, ТР2. Первые два используют для включения ослабления возбуждения на ходовом режиме, третий — для закорачивания ступеней резисторов в тормозном реостате. Здесь же находятся два контактора КПД-110 (см. рис. 99). Один стоит в цепи первого поездного провода, другой — в цепи 25-го провода и

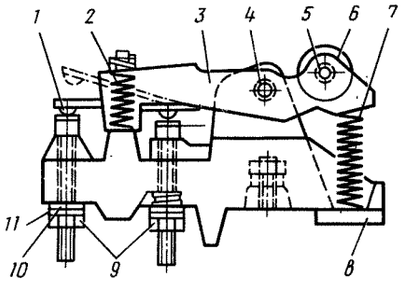


Рис. 101. Кулачковый элемент КЭ-42:
1—мостик коитактный; *2, 7*—пружиины; *3*—рычаг; *4*—втулка; *5*—заклепка; *6*—ролик; *8*—изолятор; *9*—гайка; *10*—шайба; *11*—шайба пружииная

обозначаются по схеме соответственно Р1-5 и К-25.

Групповой реостатный контроллер типа ЭКГ-17Б (Д) служит для включения и отключения пуско-тормозных резисторов в цепи тяговых электродвигателей. Он имеет 18 позиций. В силовую цепь включено 24 кулачковых элемента КЭ-47 и два кулачковых элемента КЭ-46А, которые замыкаются и размыкаются под действием кулачкового вала. В цепь управления включено 14 кулачковых элементов КЭ-42 (рис. 101). Элементы КЭ-47 размыкаются без тока и выполняются без дугогашения, в то время как элементы КЭ-46А имеют дугогасительное устройство.

Передачу момента от электродвигателя к валу РК осуществляют двухступенчатым редуктором, у которого первая ступень — червячная (передаточное число $n=25$), вторая — пара цилиндрических колес (передаточное число $n=1{,}74$). Общее передаточное число редуктора $n=43{,}5$.

Кулачковый барабан останавливается и фиксируется на позициях с помощью электрического тормоза.

Управление электроприводом реостатного контроллера производят под контролем реле ускорения РУ.

Кулачковые элементы типов КЭ-47 и КЭ-46А рассчитаны на номинальное напряжение 750 В и длительный ток 220 А, типа КЭ-42 —

на номинальное напряжение 70 В и длительный ток 20 А.

Групповой переключатель положений типа ЭКГ-18Б предназначен для переключения электродвигателей с последовательного на параллельное соединение и с тягового на тормозной режим и обратно. Переключатель имеет три рабочие позиции: последовательную ПС, параллельную ПП, тормозную ПТ1 и ПТ2. Конструкция аппарата аналогична конструкции реостатного контроллера ЭКГ-17Б. В силовую цепь включено 19 контакторных элементов КЭ-47 и два элемента КЭ-46, в цепи управления — 17 кулачковых элементов КЭ-42 и один элемент КЭ-48 (с дугогашением, рис. 102). Кулачковый барабан вращается в одну сторону. Момент от серводвигателя передается аналогично реостатному контроллеру ЭКГ-17Б. Вал останавливается при размыкании цепи серводвигателя электрическим или электромагнитным тормозом.

Тормоз монтируют на оси червяка редуктора, противоположный конец которого соединяют с валом электродвигателя. В тормозе находятся две системы дисков: одна из них вращается с валом электродвигателя (тормозные диски), а другая не участвует во вращательном движении (промежуточные диски).

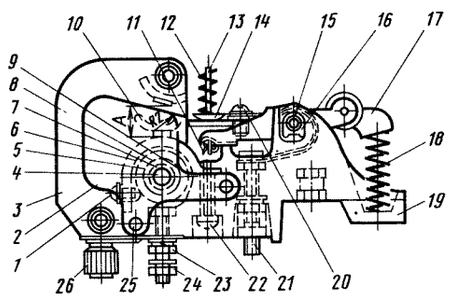


Рис. 102. Кулачковый элемент типа КЭ-48:
1, 4, 20, 22, 25—винты; *2, 13, 26*—пластины; *3*—камера; *5*—шайба изолирующая; *6, 10*—контакты; *7*—сердечник; *8*—трубка изолирующая; *9*—катушка; *11*—шплинт; *12, 18*—пружины; *14*—пружинодержатель; *15*—ось; *16*—шайба замковая; *17*—рычаг; *19*—изолятор; *21*—соединение гибкое; *23*—гайка; *24*—гайка зажима

Тормозные диски выполняются с наклеенными на них асбоцементными фрикционными кольцами и могут свободно перемещаться вдоль оси. Электромагнит тормоза состоит из стального корпуса, катушки и якоря, причем якорь может свободно перемещаться вдоль оси вала редуктора.

При включении электромагнита под действием пружин тормозные диски прижимаются к промежуточным и все вместе к крайнему неподвижно закрепленному диску. Таким образом, по поверхности соприкосновения асбофрикционных колец с якорем, промежуточными и крайним неподвижными дисками возникает трение, которое создает тормозной момент на валу оси червячной шестерни электродвигателя.

При возбуждении электромагнита якорь, сжимая пружины, притягивается к корпусу и освобождает тормозные диски. Передача момента от серводвигателя к кулачковому валу также производится двухступенчатым редуктором с общим передаточным числом $n=43{,}5$ (в составе червячной пары $n=25$ и цилиндрических шестерен $n=1{,}74$).

Электропневматический реверсор типа ПР-764В служит для изменения направления тока в якорях тяговых электродвигателей и имеет два рабочих положения: «Вперед» и «Назад». Реверсор содержит восемь силовых контакторных элементов КЭ-47, включенных по четыре в каждую группу электродвигателей и переключающихся под воздействием кулачкового вала. Последний приводится в движение двумя вентилями включающего типа с электропневматическим приводом. Вентили управляются контроллером машиниста.

На вагонах типа Еж3 и Ем-508Т установлены реверсоры ПР-772А, в которых расположены датчики тока якоря и возбуждения. Каждый датчик выполнен, как трансформатор постоянного тока, и предназначен для согласования работы тиристорного ключа и силовой схемы.

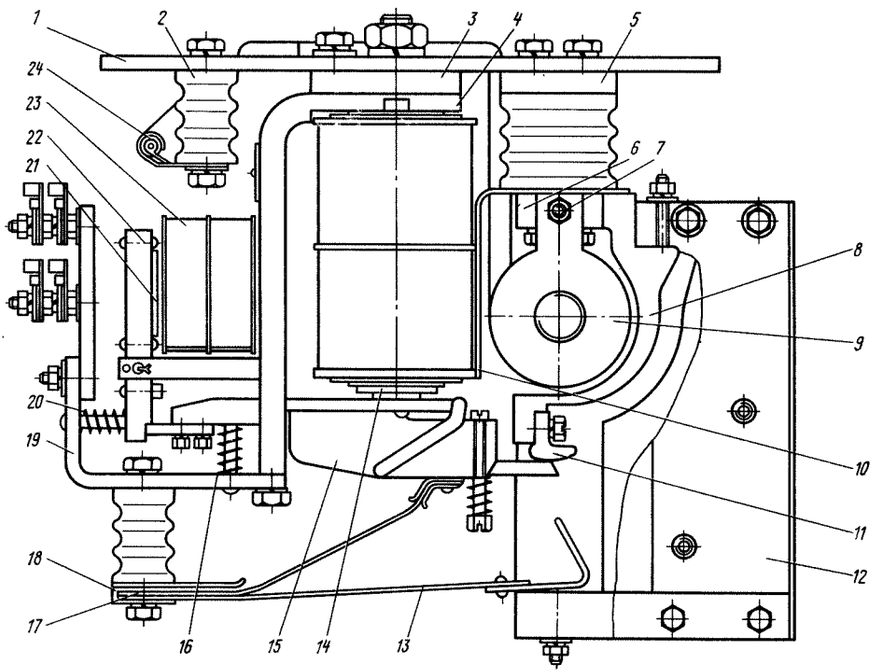


Рис. 103. Контактор импульсного типа МКИ-150:
1—планка; *2*—изолятор; *3, 5, 6*—прокладки; *4*—ярмо; *7*—трубка изолирующая; *8*—рога; *9, 23*—катушки; *10*—изоляция; *11*—контакт; *12*—камера; *13, 18*—пластины; *14, 21*—сердечники; *15, 22*—якори; *16, 20*—пружины; *17*—скоба; *19*—угольник; *24*—наконечник

Первичной обмоткой датчика является силовой провод. Вторичная обмотка выполнена проводом ПЭВ-2 и содержит 4000 витков. Вторичная обмотка наматывается на пермаллоевый сердечник и заливается компаундом, питается она от источника переменного тока частотой 1000 Гц.

Ящик с электромагнитными контакторами вспомогательной цепи типа ЯК-4 К-3,6 (4 Л-2) содержит четыре контактора КО, К31, К32, КК типа МКИ-150Е-6, ДБ-928 Ж-12, ДБ-92 Е-17 и ДБ-928 Б-9.

Контактор типа МКИ-150 Е-Б (рис. 103) импульсного типа с защелкивающим механизмом включен в цепь освещения и снабжен двумя катушками — включающей и отключающей. Возбуждение катушек осуществляется при нажатии на соответствующую импульсную кнопку.

Контакторы ДБ-928Ж-12 и ДБ-928Е-17 включены в цепи заряда батареи, а ДБ-928Б-9 — в цепь двигатель-компрессора. Контакторы этих типов приводятся в действие возбуждением подъемных катушек (включающих), при прекращении питания которых контактор отключается. Разрыв дуги происходит под воздействием дугогасительной катушки в дугогасительной камере. Контакторы рассчитаны на номинальное напряжение 750 В и длительный ток 6 и 11 А.

Ящик с релетипа ЯР-13А представляет металлический сварной ящик, в котором смонтированы панели с аппаратами защиты силовой цепи от перегрузки реле перегрузки РП, реле нулевое РН типа Р-3150, три реле времени РВ типа Р-3100 (рис. 104), три реле управления СР-1, $P_{пер}$ и РС типа РМ-3000, реле ускорения и торможе-

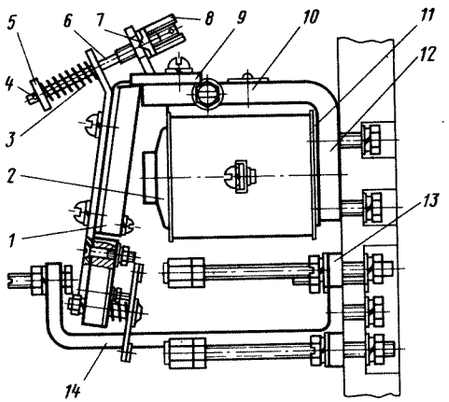


Рис. 104. Реле электромагнитное Р-3100:
1—якорь; *2*—шайба пружинная; *3*—пружина; *4*—шплинт; *5*—пружинодержатель; *6*—шпилька; *7*—призма; *8*—гайка; *9*—скоба; *10*—ярмо; *11*—катушка; *12*—прокладка; *13*—планка; *14*—стойка контактная

ния РУТ типа Р-52Б, реле управления СР-2 типа Р-3102, двухкатушечное реле ручного торможения РРТ типа Р-3100, конденсатор С типа КБГ-МН-2В, диод Д-204, четыре резистора ПЭ-75 и рейки зажимов. Обозначим реле следующим образом: СР-1 — стоп-реле; $P_{пер}$ — реле перехода; СР-2 — стоп-реле (использовано в качестве реле резервного управления поездом (РРУ)); РЗ-2 — реле замыкания для принудительного срабатывания реле перегрузки при отыскании неисправного вагона, РРТ — реле ручного торможения.

Реле перегрузки состоит из шести отдельных реле РП1-3, РП2-4, РПЛ, РЗ1, РЗ2 и реле возврата. Первые три реле защищают силовую цепь от перегрузок и к. з. при тяговом и тормозном режимах.

Реле РП1-3 и РП2-4 рассчитаны на рабочее напряжение 750 В и длительный ток 250 А, ток уставки 500 А; реле РПЛ — на рабочее напряжение 750 В и длительный ток 350 А, ток уставки 950 А.

Реле РЗ1 служит для отключения силовой схемы тормозной цепи в случае замыкания какой-либо точки этого контура на землю, реле РЗ2 включает сигнал срабатывания. Реле РЗ1 и РЗ2 рассчитаны соответственно на ток срабатывания 0,6—0,8 А и 1—1,5 А. Восстановление механизма после его срабатывания происходит с помощью реле «Возврата», которое рассчитано на ток 0,6—0,8 А.

Реле напряжения Р-3150 служит для защиты схемы от включения при отсутствии или недостаточном значении напряжения сети. Реле электромагнитного типа с одной катушкой имеет два замыкающих (З) и один размыкающий (Р) блок-контакты, включающиеся в сеть через добавочный резистор, состоящий из двух трубок ПЭ-75, которые соединены последовательно. Якорь отпадает при напряжении 425—450 В.

Реле времени типа Р-3100 используются:

в цепи обмотки возбуждения электродвигателя привода реостатного контроллера для отключения ее с выдержкой времени РВ-1;

в цепи подъемной катушки контактора КПД-121 (Р1-5) для отключения линейных контакторов с выдержкой времени при отключении силовой цепи с тягового режима (РВ2);

для исключения наложения пневматического тормоза на электрический;

для осуществления ручного торможения — одно двухкатушечное реле без выдержки времени (РРТ).

Реле управления типа РМ-3000 применяют для:

включения цепи питания якоря электродвигателя привода реостатного контроллера (СР-1);

перехода с последовательного на параллельное соединение тяговых двигателей $P_{пер}$;

изменения уставки реле РУТ при низком коэффициенте сцепления (РС).

Реле ускорения и торможения типа Р-52Б предназначено для автоматического управления работой реостатного контроллера при выводе пуско-тормозных резисторов.

Реле имеет пять катушек на общем сердечнике: две силовые — в цепи каждой группы электродвигателей; подъемную — в цепи управления для притяжения якоря реле и размыкания его контактов во время перехода кулачкового вала реостатного контроллера на последующую позицию; регулировочную — в цепи управления для изменения регулировки реле ускорения при тяговом и тормозном режимах; авторежимную — для регулирования тока отпадания якоря реле ускорения.

Якорь реле выполняют с двумя серебряными блок-контактами: размыкающим, включенным в цепь якоря серводвигателя реостатного контроллера, и замыкающим, включенным параллельно якорю.

При одновременном действии подъемной и силовых катушек якорь реле притягивается к сердечнику, при этом замыкающий контакт размыкает цепь питания якоря серводвигателя, а размыкающий шунтирует его. После размыкания цепи подъемной катушки якорь реле остается притянутым к сердечнику до тех пор, пока ток тяговых электродвигателей не станет ниже значения, на которое отрегулировано реле.

После этого якорь реле под действием пружины отпадает и его замыкающий контакт замыкается, включая цепь питания серводвигателя реостатного контроллера.

Реле ускорения регулируют при действии только силовых катушек на ток отпадания 260—270 А; при совместном действии силовых и регулировочной катушек в направлении размагничивания — на ток 290—330 А, а в направлении намагничивания — на ток 180—190 А.

Панель с реле типа ПР-111А состоит из двух реле, одно из которых *РЗ* типа *РЭВ-821* предназначено для контроля заряда аккумуляторных батарей, второе — реле времени *ПРВ* типа *РЭВ-811* — для отключения контактора заряда *КЗ-2* с выдержкой времени 0,5 с, а также трех трубок резисторов и рейки с зажимами. Панель с лицевой стороны закрывается металлическим съемным кожухом, внутренняя сторона которого обклеена изоляционным материалом. Кожух заземлен через заземляющий болт. Все концы монтажных проводов выводятся на клеммовую рейку. Панели устанавливаются на стенке в кабине машиниста.

Ящик с реле ЯР-21А представляет металлический сварной блок, на котором смонтированы две гетинаксовые панели с аппаратурой, на них размещены:

реле задержки сбора пневматического тормоза (РВ-3);

реле контроля тормозного тока *(РКТТ)*;

реле контроля возбуждения тяговых двигателей в тормозном режиме *(РТ-2)*;

реле выдержки времени в цепи шестого поездного провода *(РВТ)*;

реле реверсирования обмоток возбуждения серводвигателя *(РР)*;

реле контроля заряда аккумуляторной батареи *(РЗ)*;

реле времени *(ПРВ)*;

реле управления серводвигателем переключателя положений *(РПП)*;

пять трубчатых резисторов.

Реле задержки сбора пневматического тормоза *РЭВ-812* имеет алюминиевое основание, выполняющее роль демпфера. С помощью диамагнитных прокладок, демпфера и регулирующих пружин получают различные значения выдержек времени. Реле исключает возможность наложения пневматического тормоза с момента постановки рукоятки контроллера машиниста в тормозные позиции до окончания сбора тормозной схемы.

Реле контроля тормозного тока Р-53 имеет разомкнутую магнитную систему с шихтованным сердечником, на котором расположены две катушки: одна последовательного, другая параллельного возбуждения. Реле используют в системе АРС.

Реле контроля возбуждения тяговых двигателей в тормозном режиме

Р-53 представляет собой разомкнутую магнитную систему с шихтованным сердечником, на котором расположена катушка последовательного возбуждения. Оно предназначено для осуществления наложения пневматического торможения (вентиль регенерации 2) при отсутствии возбуждения тяговых двигателей.

Реле выдержки времени в цепи шестого поездного провода *Р-54* (рис. 105) имеет магнитную гильзу для создания выдержки времени. Контакты реле снабжены дугогасительными катушками. Реле предназначено для создания необходимой выдержки времени после постановки рукоятки контроллера машиниста в нулевое положение.

Реле реверсирования обмоток возбуждения серводвигателя реостатного контроллера *РЭВ-825* представляет блочную конструкцию. Контакты его образуют узел, позволяющий на месте эксплуатации путем переборки одних и тех же деталей получить любую комбинацию в пределах существующего общего их числа. Реле применяют в схеме управления для изменения направления вращения серводвигателя реостатного контроллера.

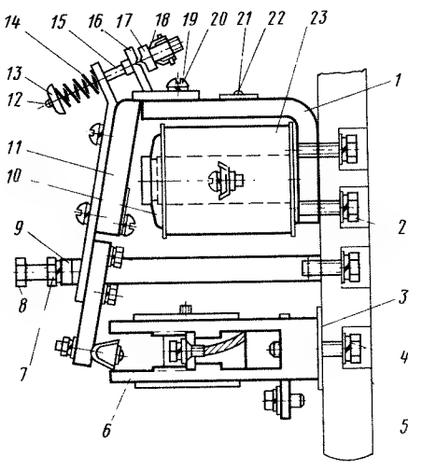


Рис. 105. Реле электромагнитное Р-54БУ2:
1—ярмо; *2, 4, 19*—шайбы; *3*—прокладка; *5, 8*—болт; *6*—контакты неподвижные; *7, 18*—гайка; *9, 16*—скоба; *10*—шайба пружинная; *11*—якорь; *12*—шплинт; *13*– пружинодержатель; *14*—пружина; *15* –шпилька; *17*—призма; *20*—винт; *21*—заклепка; *22*—щиток заводской; *23* –катушка

Реле контроля заряда аккумуляторной батареи *РЭВ-812* имеет алюминиевое основание, выполняющее роль демпфера, и используется для контроля напряжения, до которого заряжается аккумуляторная батарея от высоковольтных цепей.

Реле времени *РЭВ-811* предназначено для отключения контактора заряда КЗ-2 с выдержкой времени 0,5 с.

Реле управления серводвигателем переключателя положений *РЭВ-821* представляет блочную конструкцию, контактный узел позволяет путем переработки одних и тех же деталей получить любую комбинацию в пределах существующего общего их числа. Оно используется для осуществления вращения серводвигателя переключателя положений при переходе с ходового режима на тормозной.

Индуктивный шунт типа ИШ-10А-1 (рис. 106) предназначен для шунтирования совместно с резистором обмоток возбуждения с целью обеспечения одинаковой скорости изменения тока якоря и обмоток возбуждения при отсоединении, подсоединении токоприемников к контактному рельсу или в других случаях изменения тока двигателей. Он состоит из стального сердечника, на котором помещены шесть одинаковых катушек, соединенных последовательно по три и включенных в каждую группу электродвигателей. Наконечник одной катушки соединяют с наконечником другой двумя болтами, пружинной шайбой и гайкой. Шунт имеет четыре вывода, к которым крепят силовые провода.

На вагонах Еж3 и Ем-508Т, 81-717 установлен шунт ИШ-15А, который представляет разомкнутый дроссель из пяти одинаковых катушек, смонтированных на общем стальном сердечнике, соединенных по три последовательно и включенных в каждую группу двигателей.

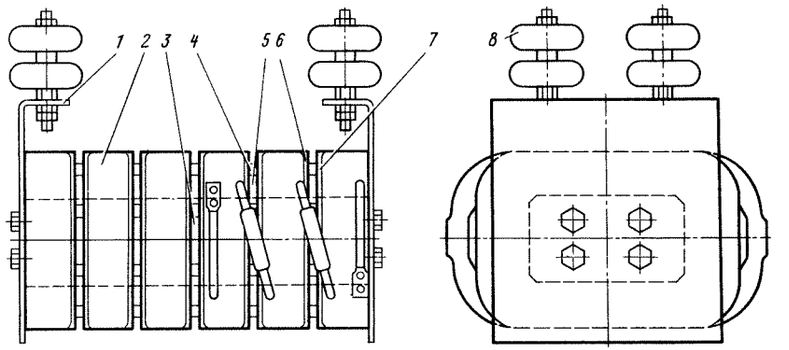


Рис. 106. Индуктивный шунт ИШ-10А-1 (ИШ-15):
1—боковина; *2*—катушка; *3*—подкладка изолирующая; *4*—сердечник; *5*—изоляция; *6, 7*—прокладки; *8*—подвеска

Комплект резисторов ослабления возбуждения типа КФ-50А-1 предназначен для изменения возбуждения двигателей методом шунтировки. Резисторы, соединенные последовательно с обмоткой индуктивного шунта, включают параллельно обмоткам возбуждения группы двигателей.

Комплект КФ-50А-1 состоит из одного ящика, в котором на изолированных шпильках размещено четыре фехралевых элемента: два типа КФ и два КФ-1А, у которых имеются три приваренных к ленте вывода.

Комплект пуско-тормозных резисторов типа КФ-47А состоит из семи ящиков, в каждом из которых на четырех стойках, стянутых восемью шпильками, укреплены (в четыре ряда) восемь элементов типа КФ из фехралевой ленты. В комплекте ящиков находятся следующие номера элементов: № 1 — пять элементов; № 3 — восемнадцать; № 4 — десять; № 5 — три; № 6 — десять; № 7 — девять; № 8 — один. Элемент представляет спираль из фехралевой ленты (сплав железа, хрома и алюминия), намотанную на ребро на специальные фарфоровые ребристые изоляторы. В зависимости от номера элемента применяют 8-, 9-, 10-, 11-рядные изоляторы, а ленту наматывают в один или два ряда. Изоляторы размещают на стальном держателе, штампованном из листовой стали толщиной 1,5 мм. Медные выводы приваривают к ленте латунью. Сопротивление элемента зависит от длины и площади сечения ленты. Элементы располагают по два в горизонтальном и по четыре в вертикальном ряду.

Демпферный резистор типа КФ-10Б-1 применяют для ограничения тока к. з., отключаемого автоматическим выключателем вспомогательных цепей. Он выполнен из двух последовательно соединенных элементов КФ № 5, установленных в стальном сварном ящике на двух шпильках, опрессованных миканитом. Демпферный резистор при подаче напряжения на токоприемники постоянно находится под напряжением. Для обеспечения безопасности обслуживающего персонала и создания надежной диэлектрической прочности аппарата фехралевая лента элемента по отношению к корпусу ящика имеет двойную изоляцию; первая ступень — ребристый изолятор элемента; вторая — миканитовая опрессовка шпилек. Внешние провода вводят в ящик через два проходных фарфоровых изолятора, укрепленных на стенке ящика. Резисторы рассчитаны на номинальное напряжение 750 В и длительный ток 53 А.

Ящик с резисторами типа ЯС-24Г (ЯС-35Г) пред-

ставляет сварной металлический ящик, в котором установлены две асбоцементные панели. На них смонтированы резисторы:

на ЯС-24Г—12 трубок ПЭ-75, из них одна регулируемая (рис. 107) и 36 ПЭ-150.

на ЯС-35Г — 11 трубок ПЭ-75, из них одна регулируемая и 43 — ПЭ-150.

Резисторы используют в следующих цепях.

Трубки типа ПЭ-150: 13 (18) трубок в цепи заряда аккумуляторной батареи; 5 — как демпферный резистор цепи главного освещения; 6 (10) — как демпферный резистор в цепи двигателя компрессора; 10— как добавочный резистор в цепи обмоток независимого возбуждения тяговых электродвигателей; две—как разрядный резистор обмоток независимого возбуждения тяговых электродвигателей.

Трубки типа ПЭ-75: две трубки в цепи катушки контактора КЗ-2; две — в цепи катушки реле РН; по одной — последовательно с якорем СДРК, последовательно с регулировочной катушкой реле РУТ, параллельно с регулировочной катушкой реле РУТ, в цепи катушки РВ-2, в цепи вентиля дверного воздухораспределителя, в цепи красной сигнальной лампы, в цепи подъемных катушек реле РУТ и РРТ.

Ящик с резисторами подвешивается к раме вагона на изоляторах и имеет деревянные клицы для ввода проводов.

Ящик с резисторами ЯС-44АУ2 расположен в металлической стальной перфорированной коробке со съемной крышкой, на панели установлены 13 резисторов ПЭ-150. Последовательно включенные резисторы ОП5-ОП6 ящика ЯС-44А составляют часть общего зарядного сопротивления аккумуляторной батареи ОС1-ОП6.

Соединительная втулка для кабеля СВ-4А состоит из изоляционной трубки с уплотнительными резиновыми сальниками для соединения двух кабелей силовой цепи. Она применяется для соединения проводов площадью сечения 120 мм^2.

Соединительные зажимы СВ-7В состоят из пяти изоляционных трубок с уплотнительными резиновыми сальниками на каждой и используются для соединения моторных концов и заземления на корпус двигателя.

Коробка для заземления СК-25Ж имеет изоляционное основание, которое крепится в стальном сварном корпусе. На основании смонтирована контактная планка, имеющая два болта с кабельными наконечниками на 50 мм^2, и болты с наконечниками для цепи управления площадью сечения 6 и 2,5 мм^2.

Вентили включающего типа ВВ-2 (рис. 108) предназначены для управления приводами линейных контакторов, реверсоров, а также дверным воздухораспределителем. Вентили выключающего типа ВВ-3 (рис. 109) служат только для управления дверным воздухораспределителем.

Силовая соединительная коробка СК-43А имеет изоляционную доску. На доске размещен контактный зажим для пяти втулок на провода

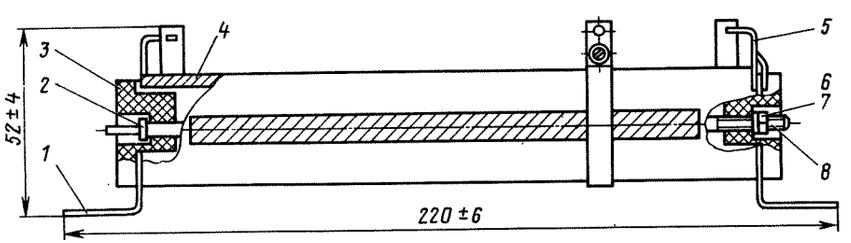


Рис. 107. Регулируемый трубчатый резистор:
1—держатель; *2*—шайба; *3*—втулка; *4*—резистор; *5*—проволока; *6*—гайка; *7*—шпилька; *8*—стержень

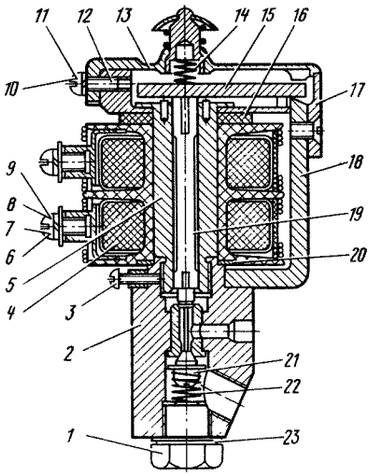


Рис. 108. Вентиль электромагнитный включающий типа ВВ-2:
1—пробка; *2*—корпус; *3, 9, 10, 12*—винты. *4*—катушка; *5*—сердечник; *6, 8, 11, 16, 20*—шайбы; *7*—наконечник; *13*—крышка; *14, 22*—пружины; *15*—якорь; *17*—коробка; *18*—ярмо; *19, 21*—клапаны; *23*—прокладка

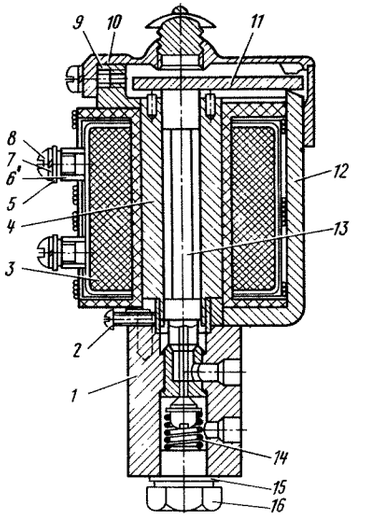


Рис. 109. Вентиль электромагнитный типа ВВ-3:
1—корпус; *2, 8*—винты; *3*—катушка; *4*—сердечник; *5*—шайба; *6*—наконечник; *7*—шайба пружинная; *9*—коробка; *10*—крышка; *11*—якорь; *12*—ярмо; *13*—клапаи; *14*—пружина; *15*—прокладка; *16*— пробка

силовой цепи площадью сечения 120 мм^2 и один кабельный наконечник площадью сечения 35 мм^2 для вспомогательной цепи. Для ввода кабеля в коробку имеются три резиновых сальника.

Заземляющее устройство типа ЗУМ-1А (рис. 110) состоит из щеткодержателя, укрепленного на корпусе редуктора колесной пары, и имеет две штампованные стальные оцинкованные коробки, свободно вращающиеся на осях диаметром 10 мм. Оси укреплены в штампованной скобе, при помощи которой щеткодержатель крепят на пальце держателя. На этих же болтах закрепляют наконечники шунтов щеток и токоподводящих проводов. Между собой болты соединены латунной пластиной, что уравнивает токи, протекающие через щетки. На пальцах устанавливают медно-угольные щетки, касающиеся заземляющегося кольца, установленного на оси колесной пары, и осуществляющие отвод тока.

Ток к устройству подводится через болт и кабельный наконечник, укрепленный на кронштейне. Заземляющее устройство рассчитано на длительный ток 400 А.

Аппараты цепей управления низкого напряжения. Контроллер машиниста КВ-35А (КВ-40) служит для переключения цепей управления и имеет три вала — главный, реверсивный и разъединительный, управляющие работой

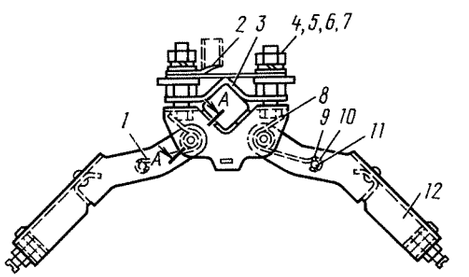


Рис. 110. Заземляющее устройство ЗУМ-1А:
1, 11—пружины; *2*—пластина контактная; *3, 8*—скобы; *4*—болт; *5*—гайка; *6*—шайба пружинная; *7*—шайба; *9*—шплинт; *10*—валик; *12*—обойма щеткодержателя

30 кулачковых контакторных элементов, из которых 28 элементов типа КЭ-42 и два типа КЭ-48, одного диода типа Д-302, включенного в цепь провода Д2.

Главный вал с несъемной рукояткой имеет семь положений: одно нулевое, три ходовых и три тормозных. Первое ходовое положение — маневровое; второе — последовательное соединение групп электродвигателей при ослабленном возбуждении (55 %); третье — параллельное соединение групп электродвигателей при ослабленном возбуждении (35 %).

Первые два тормозных положения (1 и 1А) — ручное регулирование торможения; третье («Тормоз 2») — автоматическое торможение.

Реверсивный вал имеет три положения: «Вперед», «Назад» и «Нулевое». Главный и реверсивный валы механически сблокированы между собой.

Разъединительный вал (для цепей управления) имеет два положения: «Включено» и «Выключено». Реверсивный и разъединительный валы приводятся в действие одной реверсивной рукояткой.

Главная рукоятка может быть установлена на ходовые и тормозные положения только в том случае, если реверсивная установлена в положение «Вперед» или «Назад». Реверсивная рукоятка может быть установлена в положение «Вперед» или «Назад» только тогда, когда главная рукоятка находится в «Нулевом» положении.

Реверсивная рукоятка — съемная. Уходя из вагона, машинист берет ее с собой, благодаря чему контроллер остается запертым в «Нулевом» положении.

Кулачковый элемент КЭ-42 рассчитан на номинальное напряжение 70 В и длительный ток 20 А; кулачковый элемент КЭ-48 — на номинальное напряжение 70 В и длительный ток 10 А.

Контроллер машиниста КВ-66 объединен с разъединителем цепей управления (РУМ) в одном аппарате. Корпус аппарата состоит из верхнего и нижнего литых оснований, соединенных между собой угольниками и стойками. Внутри корпуса аппарата помещены три вала — главный, реверсивный, разъединительный (для цепей управления РУМ), кулачковые элементы цепей управления в количестве 29 шт. и один диод. Главный и реверсивный валы механически сблокированы между собой. Реверсивный и разъединительный валы приводятся в действие от одной съемной рукоятки.

Главный вал имеет семь положений: нулевое, три ходовых и три тормозных; реверсивный вал имеет три положения: «Нулевое», «Вперед», «Назад», а разъединительный два — «Включено» и «Отключено». Разъединитель цепей управления рассчитан на отключение цепей без тока.

Пакетные выключатели ПВ-6Т предназначены для управления контактором электродвигателя компрессора, закрывания дверей и для снижения уставки реле ускорения при пониженном сцеплении. Выключатели рассчитаны на номинальное напряжение 600 В и длительный ток 6 А.

Кнопочные выключатели КЦ-2 с самовозвратом служат для включения цепей контакторов освещения, дверных воздухораспределителей, сигнализации и для возврата реле перегрузки после срабатывания. Выключатели рассчитаны на номинальное напряжение 500 В и длительный ток 5 А.

Кнопочный выключатель резервного закрытия дверей предназначен для одновременного включения вентилей закрытия правых и левых дверей дверного воздухораспределителя при резервном закрывании последних. Выключатель рассчитан на номинальное напряжение 250 В и длительный ток 10 А.

Выключатели цепей управления, аварийного освещения, отопления и освещения кабины ВУ-222А — рычажного типа с мгновенным переключением из положения «Включен» в положение «Выключен» без самовозврата. Выключатели цепей управления, аварийного освещения и отопления (с дугогашением) рассчитаны на номинальное напряжение 550 В.

Выключатель освещения кабины (без дугогашения) рассчитан на номинальное напряжение 125 В. Длительные токи выключателей цепей управления, аварийного освещения и освещения кабины — 20 А, цепи отопления — 5 А.

Выключатели ВБ-11А1, ВБ-11А2 состоят из двух выключателей без дугогашения, смонтированных на изоляционной панели. Рукоятки их соединены таким образом, что при переключении первой ручки из одного положения в другое одновременно переключается и вторая ручка. Выключатель ВБ-11А1 имеет два выключателя ВУ-222А и используется для одновременного отключения аккумуляторной батареи от зарядной цепи и потребителей.

В выключателе ВБ-11А2 спарены выключатели ВУ-222А и ВУ-226, применяемые для одновременного отключения цепи радиофикации от источников питания высокого и низкого напряжения.

Выключатели ВУ-213А и ВУ-213Б — рычажного типа на два положения. Выключатель ВУ-213А — с самовозвратом, используется для открывания левых дверей. Выключатель ВУ-213Б — без самовозврата, используется для закрывания дверей. Выключатели рассчитаны на номинальное напряжение 125 В и длительный ток 12 А.

Конечные выключатели В-13А и В-13Б (рис. 111) служат блокировочными контактами для открывания и закрывания дверей и размещаются на каждой створке двери.

Размыкающие контакты, находящиеся в блокировке двух типов — подвижные и неподвижные. Они смонтированы в литом корпусе и закрываются крышкой. Подвижные контакты имеют рычажный привод с возвратной пружиной. Исполнение А отличается от исполнения Б расположением рычагов.

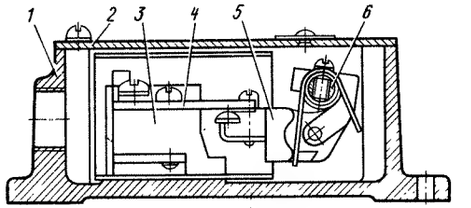


Рис. 111. Выключатель дверей В-13:
1—корпус; *2*—крышка; *3*—стойка; *4*—контакт; *5*—контакт подвижной; *6*—вал

Регулятор давления АК-11Б (автомат компрессора) (рис. 112) предназначен для автоматического включения и отключения электродвигателя компрессора в зависимости от давления воздуха в напорной магистрали. Регулятор давления включен в цепь подъемной катушки контактора компрессора. Давление воздуха через резиновую диафрагму передается на упор главной пружины, которая препятствует его перемещению. При включенных контактах регулятора перемещению упора препятствует контактная пружина. Когда давление воздуха достигнет уставки отключения 0,8 МПа, упор переместится и контакты разомкнутся. При снижении давления воздуха до 0,21—0,18 МПа контакты замыкаются и компрессор начинает работать. Конструкция обеспечивает мгновенный разрыв контактов.

На вагонах Еж3, Ем-508Т установлена изолированная панель, на которой смонтировано пять диодов В-10 и один резистор ПЭВ на 680 Ом. Диоды выполняют функцию запирающего вентиля. Для отвода тепла от диодов их крепят на специальном Г-образном шасси.

Панель с диодами состоит из изоляционной панели, на которой смонтировано (на вагонах Е) четыре диода Д-205 и два резистора ВС-10.

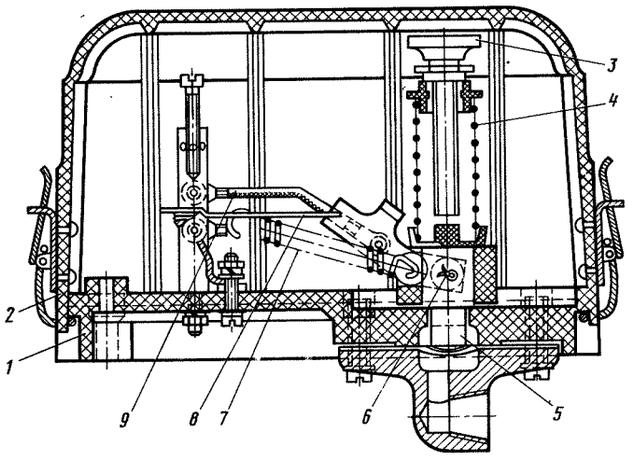


Рис. 112. Регулятор давления АК-11Б:
1—основание; *2*—кожух; *3*—винт; *4*—пружина; *5*—упор; *6*—шплинт; *7*—пружина контакта; *8*—контакт; *9*—шунт

Диоды используют для ликвидации обходного контура в схеме управления дверями. На вагонах Еж смонтированы пять вентилей В-10 и один резистор ПЭВ на 680 Ом. Один вентиль применяют для ликвидации обходного контура в схеме управления дверями и четыре — в схеме резервного закрывания дверей.

Кнопочные выключатели КЕ-011 с самовозвратом предназначены для включения цепей контакторов освещения, дверных воздухораспределителей, сигнализации и для возврата реле перегрузки после срабатывания.

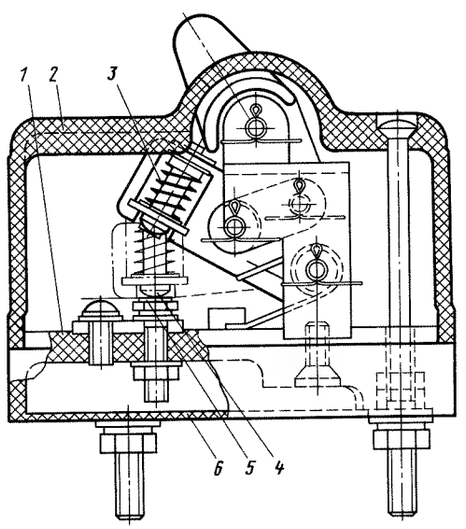


Рис. 113. Выключатель ВУ-224:
1—осиование; *2*—крышка; *3*—пружина; *4*—подвнжной контакт; *5*—неподвнжный контакт; *6*—прокладка

Выключатели рассчитаны на номинальное напряжение 500 В и длительный ток 5 А.

Выключатели ВУ-224А и ВУ-224Б (рис. 113) — рычажного типа, на два положения. Выключатель ВУ-224А — с самовозвратом, служит для открывания левых дверей. Выключатель ВУ-224Б — без самовозврата, используется для закрывания правых дверей.

Выключатели рассчитаны на номинальное напряжение 300 В и длительный ток 20 А.

Кнопка управления КЕ-011 состоит из пластмассовой колодки, на которой закреплены две пары неподвижных контактов, электрически не связанных между собой, стержня толкателя с двумя контактными мостиками и возвратной пружиной. Кнопка управления КЕ-011 имеет два нормально открытых или нормально закрытых контакта. С помощью КЕ-011 осуществляют управление подъемными катушками: реле сигнализации (РЗ-2), реле возврата, контактора освещения и катушками вентилей дверного воздухораспределителя.

Выключатель освещения кабины ВУ-226 рычажного типа с мгновенным размыканием на два положения «Включен» и «Выключен», собранный на изоляционной панели и с пластмассовой крышкой. Этот выключатель не имеет дугогасительной катушки.

Аппараты защиты. Главный предохранитель ЯП-13И-7 предназначен для защиты силовых высоковольтных цепей вагона от длительных перегрузок и токов к. з. в случае несрабатывания других защитных средств. В деревянном ящике, армированном внутри теплостойкой изоляцией, смонтированы предохранитель, дугогасительные катушки и дугогасительная камера. Плавкая вставка предохранителя из медной ленты рассчитана на ток 400 А, причем если ток достигает 900 А через 25 с вставка сгорает.

На вагонах Еж3 и Ем-508Т главный предохранитель представляет собой три стандартных патрона предохранителя, смонтированных на изоляционной панели, помещенной в металлический ящик. В ящике имеются отверстия для естественной вентиляции. Для ввода проводов в ящик предусмотрены резиновые сальники. Номинальное напряжение предохранителя 750 В, длительный ток 750 А.

Ящик с предохранителями ГЩ-6Б-1 (с низковольтными предохранителями) служит для защиты вспомогательных цепей низкого напряжения. В нем находится 26 трубчатых предохранителей ПР-2, смонтированных на изоляционной панели, которая закрыта кожухом с открывающейся крышкой. Предохранители рассчитаны на номинальное напряжение 220 В и номинальные токи от 6 до 45 А.

Реле перегрузки служит для защиты силовой цепи от перегрузок и к. з. в тяговом и тормозном режимах.

Блок предохранителей БП-1 с высоковольтными предохранителями предназначен для защиты цепей высокого напряжения: освещения, двигатель-компрессора, печей, нулевого реле, заряда батареи, обмоток подмагничивания и радиофикации.

На вагонах Еж3, Ем-508Т установлен блок предохранителей БП-12, представляющий девять изоляционных коробок (рис. 114) с встроенными в них трубчатыми

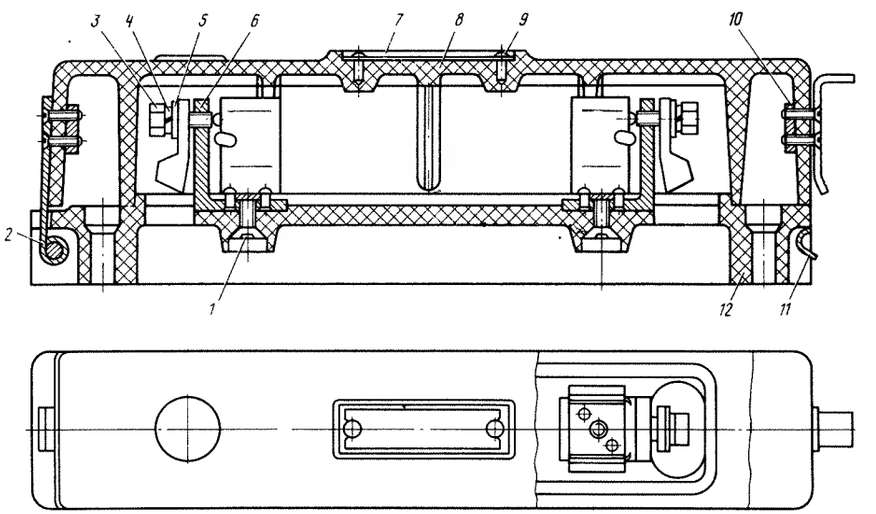


Рис. 114. Коробка предохранителя БП-1:
1—внит; *2*—петля; *3*—болт; *4*—шайба пружннная; *5*—шайба; *6*—стойка контактная; *7*—таблнчка; *8*—крышка; *9*—заклепка; *10*—планка; *11*—пружина; *12*—основанне

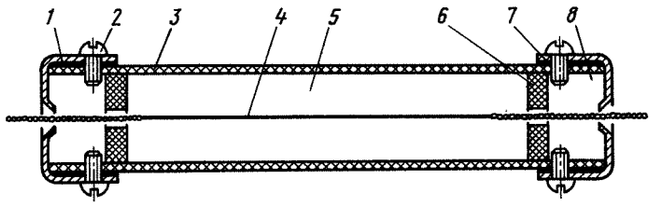


Рис. 115. Предохранитель: *1*—колпачок; *2*—винт; *3*—трубка; *4*—вставка плавкая; *5*—крошка мраморная; *6*—шайба изолирующая; *7*—бумага телефонная; *8*— асбестовая вата

предохранителями (рис. 115), которые смонтированы на двух металлических рейках.

Ящик ЯП-51А-1 с высоковольтными предохранителями служит для защиты цепей высóкого напряжения и включает 11 трубчатых предохранителей, смонтированных на отдельных асбестоцементных щитах изоляционной панели.

Блоки питания собственных нужд БПСН-5У2. Они предназначаются для преобразования напряжения 750 В контактной сети постоянного тока в постоянное стабилизированное напряжение 80 В и переменное 220 В частотой 400 Гц.

Эти блоки применяют для питания цепей вспомогательных, управления люминесцентного освещения вагонов метрополитена 81-717 и 81-714.

Блок питания собственных нужд типа БПСН-5У2 является статическим преобразователем энергии. Он состоит из двух преобразователей: первичного, преобразующего напряжение 750 В контактной сети постоянного тока в постоянное напряжение 80 В, и вторичного, в котором напряжение аккумуляторной батареи 80 В становится переменным напряжением 220 В частотой 400 Гц.

В свою очередь первичный преобразователь состоит из инвертора, именуемого далее первичным, и управляемого выпрямителя. Вторичный преобразователь называют вторичным инвертором.

Блок питания БПСН-5У2 содержит входной фильтр, первичный инвертор, управляемый выпрямитель, выходной фильтр, вторичный инвертор, датчик тока, блок обратной связи, систему управления.

Входной фильтр служит для сглаживания пульсаций входного тока блока питания и состоит из входного дросселя и фильтровых конденсаторов.

Первичный инвертор выполнен по схеме полумостового параллельного инвертора с обратными диодами. Он преобразует постоянное напряжение контактной сети в переменное повышенной частоты. Инвертор состоит из силовых тиристоров *Д10—Д15*, коммутирующих дросселя, конденсатора, а также силового трансформатора *Тр2* и обратных диодов *Д16 — Д19*.

Полученное на вторичной обмотке *Тр2* напряжение выпрямляется управляемым выпрямителем, собранным по нулевой схеме на тиристорах *Д20, Д21*. Кроме функции выпрямления, ВУ осуществляет регулирование выпрямленного напряжения с целью поддержания его стабильным на зажимах аккумуляторной батареи.

Для уменьшения пульсации выходного напряжения на выходе ВУ включен выходной фильтр, состоящий из дросселя *Др9* и конденсатора *С11*.

Питание люминесцентных ламп осуществляется от вторичного инвертора, собранного по нулевой схеме с обратными диодами. Инвертор подключен к аккумуляторной батарее, что обеспечивает возможность прохождения токоразделов контактной сети без обесточивания люминесцентного освещения. Инвертор содержит силовые тиристоры *Д22, Д25*, входной дроссель *1*, коммутирующие конденсаторы *С12* и *С13*, выходной трансформатор *Тр4* и обратные диоды *Д23, Д24*.

Система управления имеет задающий генератор *(ЗГ)*, усилитель мощности *(УМ)*, выходной каскад *(ВК)*, стабилизаторы напряжения *($СН^1$* и *$СН^2$)*, фазосдвигающее устройство *(ФСУ)*, элемент выделения наибольшего сигнала *(ИЛИ)*, усилитель-формирователь импульсов *(УФИ)*.

Для обеспечения работоспособности блока питания при исчезновении входного напряжения (прохождение специальных частей контактной сети) в схеме предусмотрен блок обратной связи *БОС*. Последний обеспечивает поддержание в работе тиристоров первичного инвертора до момента восстановления напряжения на токоприемнике.

Включение блока питания производят в следующем порядке. Включается выключатель батареи *ВБ*, через предохранитель получает питание система управления *БПСН*. Одновременно включается контактор *КВЦ*, замыкая свои контакты в цепи питания первичного преобразователя *БПСН*.

После этого начинает работать тумблер *ВБП* и на 36-й межвагонный провод подается напряжение аккумуляторной батареи. По этому проводу (при наличии на вагоне высокого напряжения) через нормально закрытые контакты реле защиты преобразователя РЗП и нормально открытые контакты реле *РВО* получает питание контактор первичного преобразователя *КПП*, и первичный преобразователь включается в работу.

Через блок-контакты *КПП* получает питание контактор вторичного преобразователя *КВП* и включает вторичный преобразователь.

Включение люминесцентного освещения осуществляют тумблером *ВОС*, подающим напряжение аккумуляторной батареи на 27-й межвагонный провод. По этому проводу получает питание контактор освещения *КО* и замыкает свои контакты в цепи питания люминесцентных ламп. Отключение *БПСН* производят тумблером *ВБП*.

Защиту первичного преобразователя выполняет реле *РЭП* и контактор *КПП*, а при несрабатывании этой защиты — предохранитель *П4*.

Защита вторичного преобразователя осуществляется автоматом *А65*.

§ 16. Электрические схемы электрооборудования вагона Е

На вагонах метрополитена действуют три вида электрических цепей: силовая, управления и вспомогательная.

В силовую цепь входят тяговые двигатели и все аппараты, по которым проходит ток двигателей.

Цепь управления состоит из устройств и аппаратов, посредством которых производят включение и переключение силовых аппаратов, а также сигнализации, которая информирует о состоянии силовой цепи и положении аппаратов.

Вспомогательная цепь включает электродвигатель компрессора, лампы освещения салона, приборы управления дверями, отоплением и освещением, сигнальные огни, аккумуляторную батарею, отопление.

Силовая цепь вагонов Е, Еж, Ем (рис. 116). Тяговые двигатели соединены попарно в две группы, каждая из которых (электродвигатели внутри группы соединены последовательно) связана со своими пусковыми резисторами. Группами электродвигатели соединены последовательно или параллельно.

Тяговый режим. При этом режиме рукоятка контроллера машиниста установлена в положении *1* (маневровая позиция), тяговые электродвигатели соединены последовательно, линейные контакторы *ЛК1, ЛК2, ЛК3, ЛК4* и контакторы *КШ1* и *КШ2* включены, пусковые резисторы полностью введены, возбуждение ослаблено до 35 %.

Токопрохождение на 1-й позиции следующее. Токоприемник *(ТР)*,

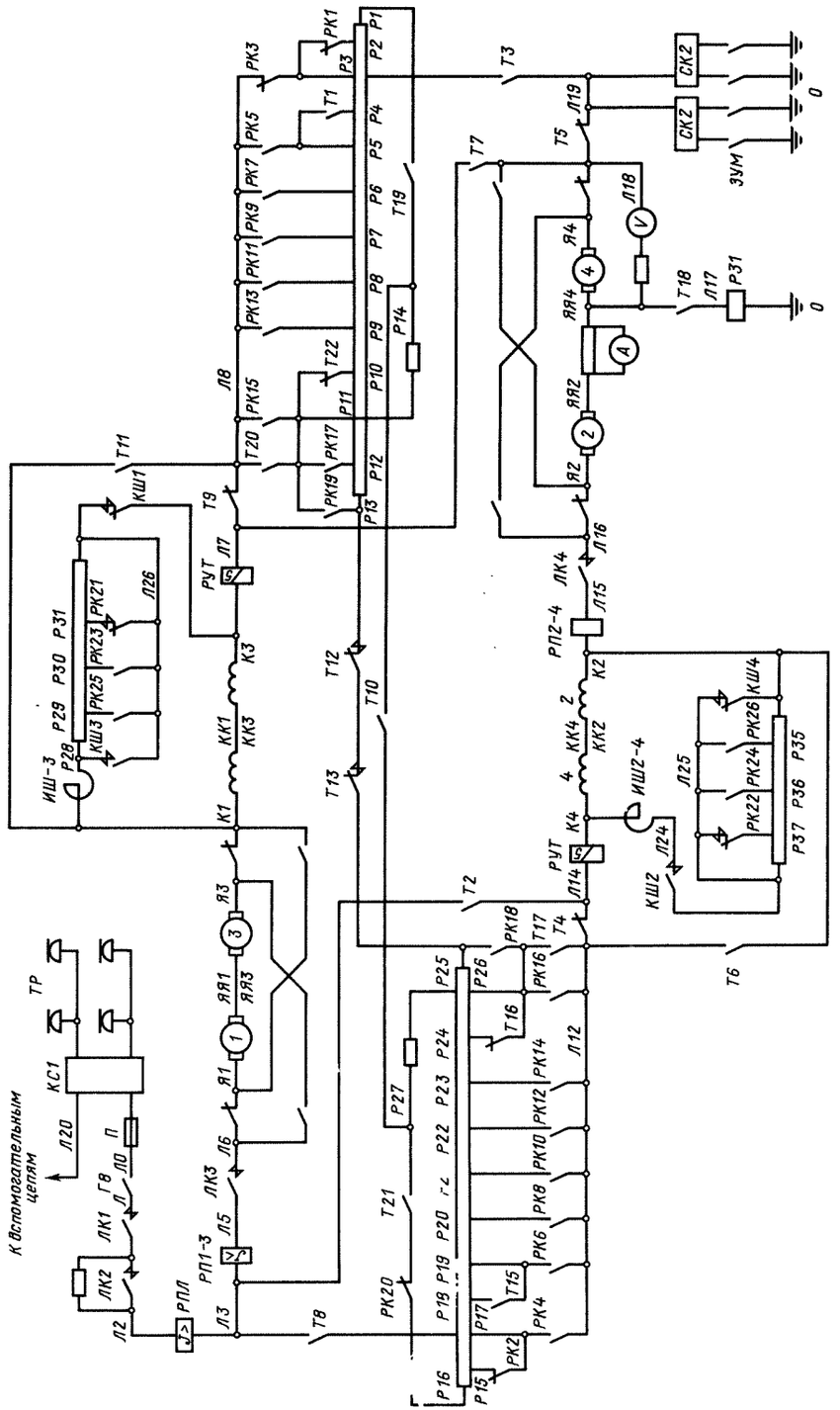


Рис. 116. Силовая цепь вагонов Е, Еж, Ем

Таблица 5

Позиции контроллера	Контакты реостатного контроллера при тяговом и тормозном режимах																									
	РК1	РК2	РК3	РК4	РК5	РК6	РК7	РК8	РК9	РК10	РК11	РК12	РК13	РК14	РК15	РК16	РК17	РК18	РК19	РК20	РК21	РК22	РК23	РК24	РК25	РК26
1	×	×	×	×																×	×	×	×	×	×	×
2	×	×	×	×																×	×	×	×	×	×	×
3	×	×	×	×													×			×	×	×	×	×		
4	×	×	×	×													×	×		×	×	×				
5	×	×	×	×													×	×	×	×						
6	×	×	×	×	×													×	×	×						
7	×	×		×	×	×												×	×	×						
8	×	×			×	×	×											×	×	×						
9	×	×			×	×	×	×										×	×	×						
10	×	×					×	×	×									×	×	×						
11	×	×						×	×	×								×	×	×						
12	×	×							×	×	×							×	×	×						
13	×	×							×	×	×	×						×	×	×						
14	×	×									×	×	×					×	×	×						
15	×	×										×	×	×				×	×	×						
16	×												×	×	×	×		×	×	×						
17													×	×	×	×		×	×	×						
18															×	×		×	×	×		×	×			

силовая коробка *КС1*, главный предохранитель *П*, главный разъединитель *ГВ*, линейные контакторы *ЛК1* и *ЛК2*, силовые катушки линейного реле перегрузки *РПЛ*, групповое реле перегрузки *РП1-3*, контактор *ЛК3*, контактор реверсора якоря тяговых двигателей *1* и *3*, контактор реверсора, точка *К1*, две параллельные цепи: одна обмотки возбуждения тяговых двигателей *1* и *3*, точка *К3*, другая (цепь шунтировки возбуждения) — индуктивный шунт *ИШ 1-3*, резистор *Р28-29*, контактор реостатного контроллера *РК25*, электромагнитный контактор *КШ1*, точка *К3*. Далее силовая катушка *РУТ*, контактор переключателя положений *Т9*, *РК3*, резистор *Р3-Р10*, *Т22*, резистор *Р11-Р13*, *Т12*, *Т13*, резистор *Р26-Р25*, *Т16*, резистор *Р24*, *Р17*, *РК4*, *Т4*, силовая катушка *РУТ*, точка *К4*, две параллельные цепи: одна — обмотки возбуждения тяговых двигателей *2* и *4*, точка *К2*; другая (цепь шунтирования возбуждения) — электромагнитный контактор *КШ2*, индуктивный шунт *ИШ2-4*, *РК26*, резистор *Р35*, точка *К2*. Далее силовая катушка реле перегрузки *РП 2-4*, контактор *ЛК4*, контактор реверсора, якорь второго тягового двигателя, шунт амперметра, якорь четвертого двигателя, контактор реверсора, контактор переключателя положений *Т5*, коробка заземления *СК2*, *ЗУМ*, земля.

При перемещении рукоятки контроллера машиниста в положение *2* реостатный контроллер приходит в движение, его контакторные элементы начинают замыкаться в последовательности, указанной в диаграммах замыкания контактов реостатного контроллера (табл. 5) и пускотормозной (рис. 117).

На позициях *17* и *18* реостатного контроллера замкнуты контакторные элементы *РК15*, *РК16*, *РК18*, *РК19*, т. е. все пусковые резисторы выведены.

Позиция *18* является ходовой при последовательном соединении тяговых двигателей.

Это позволяет полностью использовать возможности последовательного соединения групп двигателей и получить наибольшую скорость движения на втором положении контроллера машиниста.

Цепь токопрохождения следующая: *ТР, КС1, П, ГВ, ЛК1, ЛК2, РПЛ, РП1-3, ЛК3,* кулачковый контактор реверсора, обмотки якорей тяговых двигателей *1* и *3*, кулачковый контактор реверсора, точка *К1* и от нее по двум параллельным цепям: *ИШ1-3, Р28-Р31, РК21, КШ1,* точка *К3*, обмотки возбуждения тяговых двигателей *1* и *3*, точка *К3*. Здесь токи складываются и проходят через катушку *РУТ, Т9, РК15, РК19, Т12, Т13, РК18, РК16, РП2-4, ЛК4,* кулачковый контактор реверсора, обмотку якоря тягового двигателя *2*, амперметр, обмотку якоря тягового двигателя *4*, кулачковый контактор реверсора, *Т4*, катушку *РУТ*, к точке *К4*. От нее по двум параллельным цепям: *ИШ2-4, КШ2, РК22, Р37,*

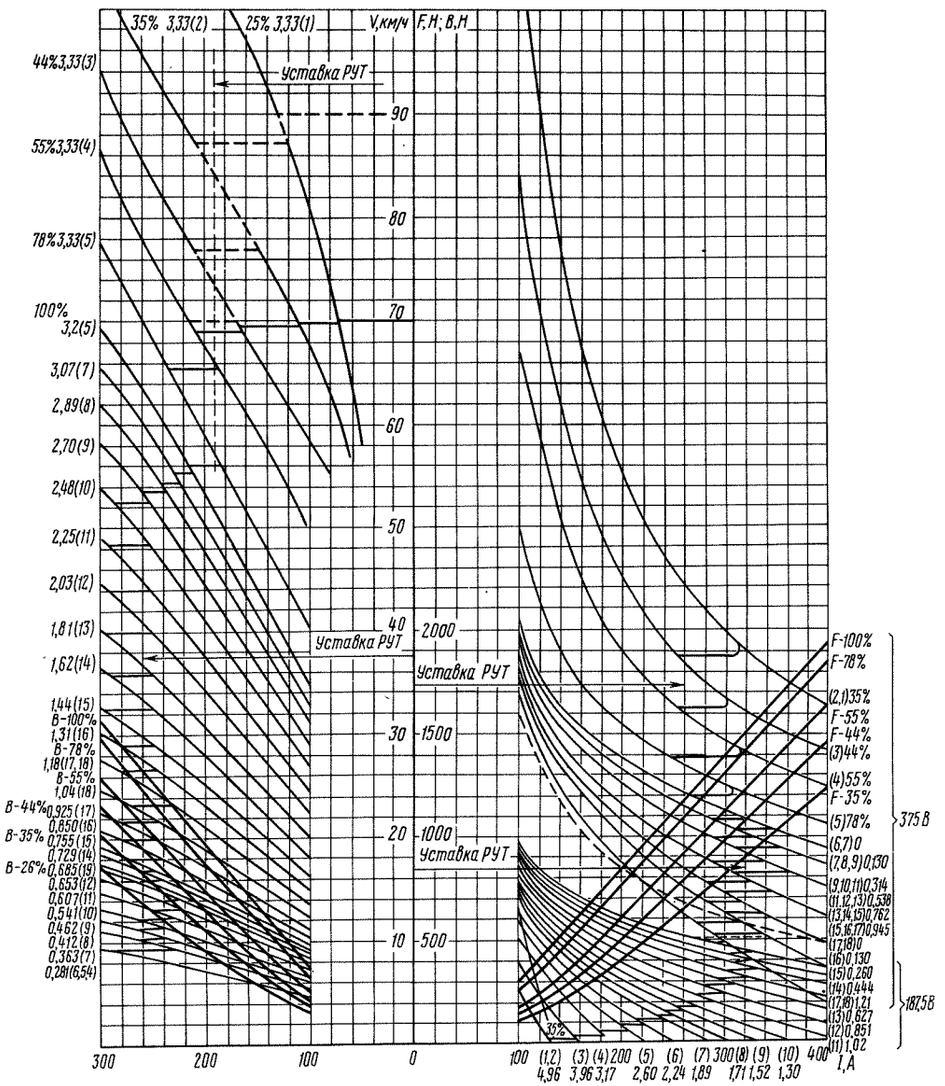


Рис. 117. Пускотормозная диаграмма вагона 81-717

точку *К2*, обмотки возбуждения тяговых двигателей *4* и *2*, точку *К2*. Здесь опять токи складываются и проходят через *Т5, СК2, ЗУМы* на ходовые рельсы (земля).

При переводе рукоятки контроллера машиниста в положение *3* тяговые электродвигатели переходят с последовательного соединения на параллельное (по системе моста). Для этого при повороте группового контроллера переключателя положений сначала замыкаются контакторные элементы *Т8, Т17, Т3* и *Т20* (табл. 6), подключающие параллельно группам тяговых электродвигателей резисторы *Р3-Р11* и *Р17-Р25*, а затем размыкаются мостовые контакторные элементы *Т12* и *Т13*.

После поворота переключателя положений реостатный контроллер начинает вращаться в обратном направлении (с 18-й до 1-й позиции). Это приводит к замыканию контакторных элементов *РК1-РК20* в обратной последовательности и выведению секций резисторов из цепей обеих групп тяговых двигателей. Выведение резисторов наступает поочередно, что способствует смягчению толчков при переходе с одной позиции на другую.

Когда вал реостатного контроллера переходит на пятую позицию, включаются контакторы шунтировки возбуждения *КШ1* и *КШ2*, ослабляющие возбуждение тяговых двигателей до 78 %. На позициях *4, 3, 2* замыкаются кулачковые элементы *РК21-РК26*, ослабляющие возбуждение до 35 %. Последнее положение является ходовой позицией при параллельном соединении тяговых электродвигателей.

Цепь токопрохождения на этой позиции следующая. От РПЛ ток разделяется на две параллельные ветви: *РП1-3, ЛК3,* кулачковый контактор реверсора, обмотки возбуждения тяговых двигателей *1* и *3, РУТ, Т9, Т20, Р11-Р5, Т1, РП-Р3, Т3, СК2, ЗУМы*, на ходовые рельсы (земля); *Т8, Р17-Р18, Т15, Р19-Р25, Т17, РП2-4, ЛК4,* кулачковый контактор реверсора, обмотку якоря тягового двигателя *2*, амперметр, обмотку якоря тягового двигателя *4*, кулачковый контактор реверсора, *Т4, РУТ*, обмотки возбуждения, тяговые двигатели *4* и *2, Т5, СК2, ЗУМы*, ходовые рельсы (земля).

Таблица 6

Обозначение контакта		Позиции переключателя положений			
		ПС	ПП	ПТ1	ПТ2
Контакты переключателя положений	Т1		▨	▨	▨
	Т2			▨	▨
	Т3		▨		
	Т4	▨	▨		
	Т5	▨	▨		
	Т6			▨	▨
	Т7			▨	▨
	Т8		▨		
	Т9	▨	▨		
	Т10			▨	▨
	Т11			▨	▨
	Т12	▨			
	Т13	▨			
	Т14		▨	▨	▨
	Т15	▨		▨	
	Т16		▨		▨
	Т17			▨	▨
	Т18				▨
	Т19		▨		▨
	Т20				▨
	Т21	▨		▨	
	Т22	▨	▨		
Индивидуальные контакторы	ЛК1	▨	▨		
	ЛК2	▨	▨	▨	▨
	ЛК3	▨	▨	▨	▨
	ЛК4	▨	▨	▨	
	КШ1	▨	▨	▨	
	КШ2			▨	
	КШ3			▨	
	КШ4			▨	▨
	ТШ			▨	▨

В режиме пуска реле ускорения, имеющее две силовые катушки, включенные соответственно в цепи электродвигателей *1-3* и *2-4*, реагируют на сумму токов в обеих группах тяговых электродвигателей.

При переводе рукоятки контроллера машиниста с ходовых позиций на нулевую отключение тяговых электродвигателей происходит с предварительным отключением линейного контактора *ЛК2*, вводящего в цепь тяговых электродвигателей резисторы *Л1-Л2* для смягчения толчка при размыкании цепи; линейные контакторы *ЛК1, ЛК3* и *ЛК4*

отключаются с выдержкой по времени.

После отключения линейных контакторов реостатный контроллер возвращается на позицию *1*.

Ослабление возбуждения тяговых двигателей на тяговом и тормозном режимах производят методом шунтировки обмотки возбуждения:

в тяговом режиме — ступенчатым омическим сопротивлением и индуктивными катушками. Существуют четыре ступени ослабления возбуждения. Подключение шунтирующей цепи происходит при помощи индивидуальных электромагнитных контакторов *КШ1* и *КШ2;*

на тормозном режиме вагонов Еж3 и Ем-508Т — импульсным регулированием при помощи тиристорного ключа, подключение которого осуществляют при помощи электромагнитных контакторов КСБ1 и КСБ2.

Авторежимное устройство работает как на тяговом, так и на тормозном режимах схемы на всех позициях, кроме позиций ослабленного возбуждения. Обе силовые катушки реле *РУТ* включены в *I* и *II* группах двигателей. При параллельном соединении групп двигателей *РУТ* реагирует на суммарный ток обеих групп. Торможение с высоких скоростей выполняется на ослабленном возбуждении генераторов (изменяющееся от 30 до 100 %), причем первоначальный момент торможения до нарастания тока определенного течения происходит на полном возбуждении.

Защита групп тяговых двигателей происходит:

в тяговом режиме — с помощью реле перегрузки групповых и линейных РПЛ;

в тормозном — с помощью групповых реле перегрузки, реле заземления, а в режиме тиристорного регулирования — тиристором защиты.

Реостатный контроллер находится на позиции *1*, а переключатель положений — на тормозной позиции *ПТ1*. Такое положение является первой позицией реостатного торможения. Электродвигатели соединены последовательно-параллельно, ток якорей электродвигателей *1* и *3* возбуждает обмотки электродвигателей *2* и *4*, а ток якорей проходит через обмотки возбуждения электродвигателя *1* и *3*. Самовозбуждение ускоряется с помощью обмоток подмагничивания.

Тормозной режим. При установке рукоятки контроллера машиниста на тормозной позиции контактором *ТШ* включаются обмотки подмагничивания тяговых электродвигателей и переключатель положений переводится в тормозное положение. При этом размыкаются контакторные элементы *Т3, Т4, Т5, Т8, Т9, Т17, Т20* и замыкаются *Т2, Т6, Т7, Т10, Т11, Т16, Т18, Т22*, а также линейные контакторы *ЛК3* и *ЛК4*.

Токопрохождение на позиции *РК32* в цепи внешнего тормозного контура следующее: точка *Л12* и далее две параллельные цепи: *РК4, РК2, Р15—Р16, РК20, Т21*, точка *Р27, Т17, Р25—Р27*. В точке *Р27* токи складываются и далее расходятся по цепи: *Т10, Т19, РК1, РК3, Т11*, точку *К1*. Внутренний генераторный контур в процессе торможения остается без изменений.

На первых пяти позициях реостатного контроллера происходит постепенное усиление возбуждения при неизменном внешнем сопротивлении. С целью ограничения напряжения и тока на коллекторах тяговых двигателей при торможении на высоких скоростях уставка реле *РУТ* снижена до 180—190 А. Дальнейшее движение реостатного контроллера происходит при полном возбуждении и нормальной уставке реле ускорения (240—260 А).

На позициях *6-17* из двух групп резисторов *(Р3-Р10* и *Р24-Р17)* постепенно выводят секции и внешнее тормозное сопротивление уменьшается с 3,33 до 1,18 Ом.

Таким образом на позиции *18* в цепи тормозного реостата остаются

две последовательные секции резисторов *(Р11-Р14* и *Р25-Р27)* по 0,59 Ом. Реостатный контроллер останавливается, а переключатель положений поворачивается в положение *ПТ2*.

При этом параллельно секции *Р11-Р14* подключается группа резисторов *Р1-Р11* и общее тормозное сопротивление уменьшается до 1,04 Ом. Реостатный контроллер начинает вращаться в обратную сторону (от позиции *18* к *1-й*). На позиции *17* замыкается кулачковый элемент *РК20*, параллельно секции *Р25-Р27* подключается группа тиристоров *Р15-Р25*, общее значение тормозного сопротивления снижается до 0,925 Ом.

При вращении контроллера от *17-й* до *6-й* позиции из двух групп резисторов (*Р1-Р11* и *Р15-Р25*) постепенно выводятся секции и значение тормозного сопротивления становится равным на вагоне Е — 0,281 Ом, Еж — 0,203 Ом.

Токопрохождение на *32-й* позиции *РК* в цепи внешнего тормозного контура следующее: точка *ЛК12* и далее две параллельные цепи: *РК4, РК2, Р15-Р16, РК20, Т21*, точка *Р27, Т17, Р25-Р27*. В точке *Р27* токи складываются и далее расходятся по цепи: *Т10, Т19, РК1, РК3, Т11*, точка *К1*. Внутренний генераторный контур в процессе торможения остается без изменений.

Торможение продолжается до скорости 4—6 км/ч. Дотормаживание до полной остановки выполняют пневматическими тормозами, действующими автоматически при переходе реостатного контроллера с *6-й* на *5-ю* позицию, а также если тормозная схема почему-либо не собралась.

Схема предусматривает ручное торможение, т. е. вращение реостатного контроллера по позициям при передвижении рукоятки контроллера машиниста с положения *1* на *1А* и обратно.

Защита силовой цепи от перегрузок осуществляется в основном с помощью главного предохранителя и реле перегрузки, при срабатывании которого силовая цепь разрывается линейными контакторами *ЛК1, ЛК3* и *ЛК4*, а цепь тормозного контура — контакторами *ЛК3* и *ЛК4*, включенными в цепи каждой группы электродвигателей. Применение контактора *ЛК4* позволило исключить разрыв тормозной цепи с внешним резистором, который на вагонах типа Г и Д происходил в тяжелых условиях: при двойном токе (600—700 А) и напряжении около 1500 В.

Для защиты от перегрузок всех силовых цепей установлено линейное реле перегрузки РПЛ, при срабатывании которого отключаются линейные контакторы.

Реле заземления *РЗ1* включается на тормозном режиме контакторным элементом *Т18*, который через катушку этого реле заземляет среднюю точку системы. При этом напряжение на любой точке схемы по отношению к земле не будет превышать напряжения одного электродвигателя, т. е. 750 В. Срабатывание реле *РЗ1*, вызванное аварийным заземлением в любой точке силовой схемы, приводит к выключению линейных контакторов *ЛК3* и *ЛК4*.

На первой позиции *РК* цепь токопрохождения следующая.

Внутренний генераторный контур и две параллельные ветви:

кулачковый контактор реверсора, обмотки якорей генераторов *3* и *1*, кулачковый контактор реверсора *ЛК3, РП1-3, Т2, РУТ*, точка *К4* и от нее по двум параллельным цепям;

ИШ 2-4, КШ2, КШ4, точка *К2*, дальше сложившиеся в точке *К2* токи через *Т6* подходят к точке *Л12*.

Две параллельные цепи:

ИШ 1-3, КШ3, КШ1, точка *К3*.

Обмотки возбуждения генераторов *1* и *3*, точка *К3*, в которой токи складываются, и далее: *РУТ, Т7*, кулачковый контактор реверсора, обмотки якоря, генератор *4*, шунт амперметра, обмотка якоря, генератор *2*, кулачковый контактор реверсора, *ЛК4, РП 2-4*, точка *Л12*.

Внешний тормозной контур: в точ-

ке *Л12* токи параллельных ветвей двух групп генераторов складываются и проходят через *РК4, Р17-Р18, Т15, Р19-Р24, Т16, Р25-Р27, Т10, Р14-Р11, Т22, Р10-Р5, Т1, Р4-Р3, РК3, Т11,* точку *К1*.

Токопрохождение на *32-33* позициях *РК* в цепи внешнего тормозного контура следующее: точка *Л12* и далее две параллельные цепи: *РК4, РК2, Р15-Р16, РК20, Т21,* точка *Р27, Т17, Р25-Р27*. В точке *Р27* токи складываются и переходят по цепи *Т10, Т19, РК1, РК3, Т11,* точка *К1*. Внутренний генераторный контур в процессе торможения остается без изменений.

Схема цепей управления (рис. 118). Работа схемы при возврате реостатного контроллера на позицию *1*. Реостатный контроллер автоматически возвращается на позицию *1* после выключения системы управления. При повороте рукоятки контроллера машиниста с позиции пуска или торможения на нулевую посредством блок-контактов *ЛК3, РК2-18* и *ЛК4* включаются реле *РВ-1* и *СР-1*. Через их блок-контакты, через 10-й провод получают питание соответственно независимая обмотка возбуждения и якорь электродвигателя *СДРК*. Вал реостатного контроллера возвращается на позицию *1*.

Цепь возврата разрывается блок-контактом *РК2-18,* реле *СР-1* и *РВ-1* отключаются, замыкающий блок-контакт *СР-1* разрывает цепь питания якоря электродвигателя *СДРК*. Размыкающий блок-контакт *СР-1* замыкает его накоротко и вал реостатного контроллера останавливается, после чего блок-контакт *РВ-1* с выдержкой времени снимает напряжение с обмотки возбуждения.

Работа схемы при возврате переключателя положений. На нулевой позиции контроллера машиниста переключатель положений возвращается на позицию *ПС* (до этого он находился на тормозных позициях *ПТ1* и *ПТ2*). Если переключатель находился на ходовой позиции параллельного соединения *ПП*, то он на ней и останется.

Возврат переключателя положений с тормозной позиции на позицию *ПС* и переход с ходовой позиции на тормозную происходит только после отключения линейных контакторов. После поворота переключателя положений на позицию *ПС* его блок-контакты разрывают цепь питания сервопривода.

При этом в обмотке возбуждения электродвигателя *СДПП* возникают экстратоки размыкания, которые, замыкаясь через якорь, создают обратный момент, затормаживающий вал электродвигателя *СДПП*. Для получения достаточно эффективного торможения обмотка возбуждения электродвигателя *СДПП* выполнена с меньшим сопротивлением, чем электродвигателя *СДРК*. Для остановки электродвигателя *СДПП* на заданной позиции и удержания на ней предусмотрен электромагнитный дисковый тормоз.

Маневровая позиция. На этой позиции контроллер машиниста установлен в положение «Ход 1», подается напряжение на провода (*10, 20, 7А* и *4* или *5* — для вагонов Е; *10, 20, 33, 4* или *5* для вагонов Еж, *4* или *5, 20* и *1* для вагонов 81-714, 81-717).

При этом возбуждается одна из катушек вентилей реверсора (если реверсор находится в положении, не соответствующем положению реверсивной рукоятки), который переходит в заданное положение («Вперед» или «Назад»). Реостатный контроллер и переключатель положений находятся на позициях *1* и *ПС*. От провода 20 — вагон Е; (10ПЭ — вагон Еж; 10А — вагоны 81-714, 81-717) получают питание катушки контакторов шунтировки возбуждения *КШ1* и *КШ2*, а также катушка линейного контактора *ЛК2*, от провода *7а* — катушка реле *РВ-2*, через его блок-контакты — катушка контактора *Р1-5*, который через свои блок-контакты осуществляет питание провода *1* для включения реле *РР*, линейных контакторов *ЛК1, ЛК3* и от провода *4* или *5* — линейного контактора *ЛК4*. Включением контактора *ЛК4* заканчивается сбор силовой схемы. Следовательно, в положении «Ход 1» замыкаются контакторы *ЛК1, ЛК2, ЛК3, ЛК4*.

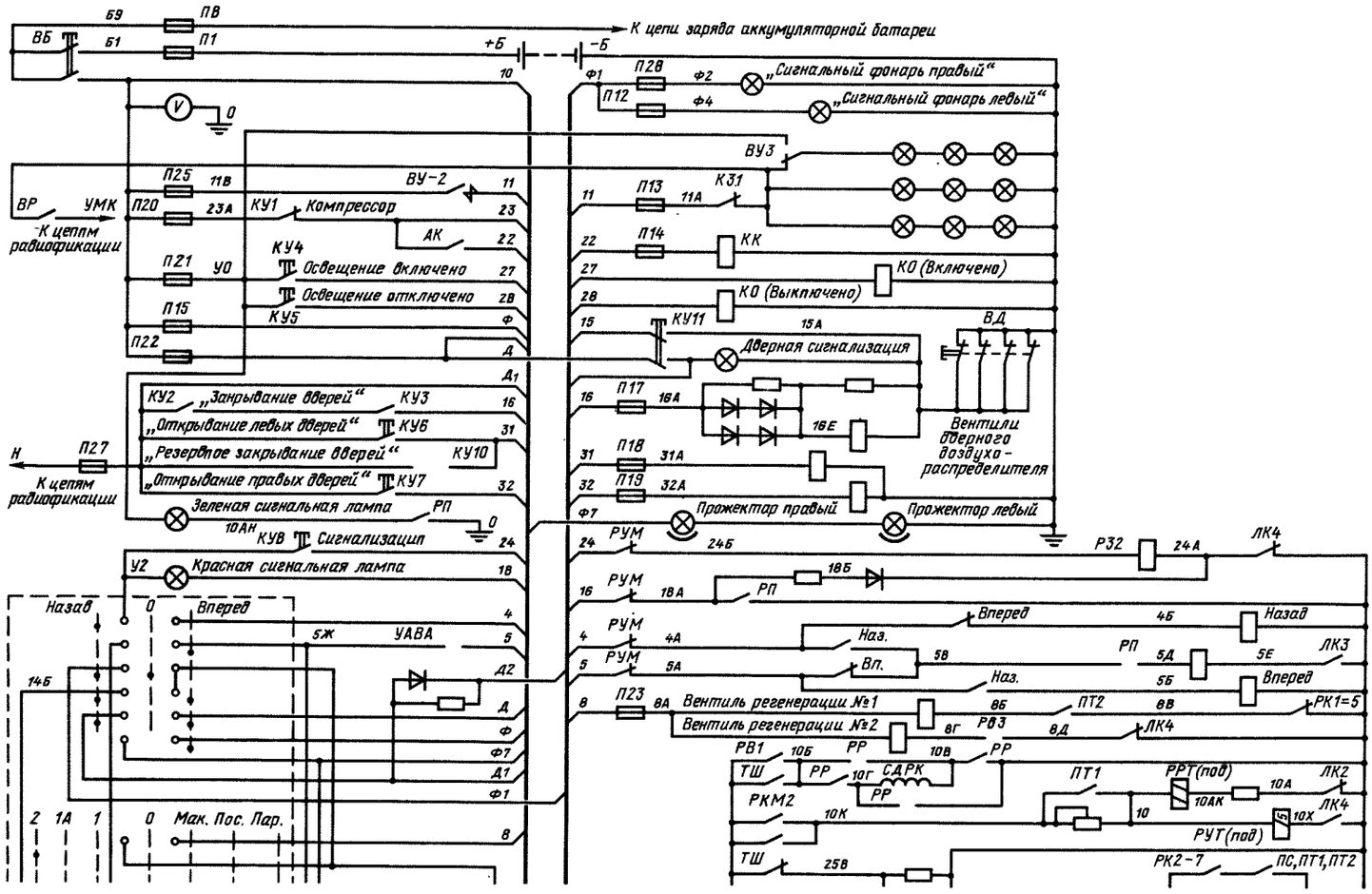
Замыкание контактора *ЛК4* свидетельствует о том, что схема сработала нормально, при этом гаснет красная сигнальная лампа *(У2-18)*, зажигающаяся при включении рукоятки контроллера. Если она не погаснет, следовательно, в какомлибо из вагонов схема не сработала.

На этих вагонах ослабление возбуждения тяговых двигателей осуществляют ступенчатым омическим сопротивлением как на тяговом, так и на тормозном режимах.

Автоматический пуск (тяговый режим). При установке рукоятки контроллера машиниста в положение «Ход 2» подается напряжение на провода (*2, 10* и *20* на вагоне Е; *2, 10, 20, 33* — на вагоне Еж) и происходит автоматический пуск 18-й ходовой позиции, при этом тяговые электродвигатели соединены последовательно. От провода *2* получают питание подъемные катушки реле *СР-1* и *РВ-1,* а от провода *10* через блок-контакты реле *РВ-1* и *РР* — независимая обмотка возбуждения и якорь электродвигателя *СДРК*. При срабатывании реле ускорения, если вал реостатного контроллера находится на позиции, якорь *СДРК* шунтируется накоротко и электродвигатель останавливается под действием электрического тормоза.

После отпадания реле ускорения вал реостатного контроллера начинает вращаться. На позиции *18* кулачковым элементом реостатного контроллера *РК1-17 (2Б-2Г)* разрывается цепь питания подъемных катушек реле *СР-1* и *РВ-1*, которые своими блок-контактами отключают обмотку возбуждения и якорь электродвигателя *СДРК*. На этой же *18*-й позиции (от провода 20— вагон Е; *10АЭ* — вагон Еж) возбуждаются подъемные катушки электромагнитных шунтирующих контакторов *КШ1* и *КШ2* и возбуждение тяговых электродвигателей ослабляется до 55 %.

Когда рукоятка контроллера машиниста устанавливается в положение «Ход 3», на 18-й позиции реостатного контроллера поворотом переключателя положений с позиции *ПС* на *ПП* тяговые электродвигатели переходят с последовательного соединения на параллельное. Серводвигатель переключателя *СДПП*, получающий питание от провода *10* через блок-контакты реле перехода $P_{пер}$, *ЛК3, РК18* и переключателя положений, обеспечивает размыкание кулачкового элемента *ПС, ПТ1 (10Я—10АГ)* переключателя положений и останавливается под действием электрических и дисковых тормозов. Цепь подъемной катушки реверсивного реле *РР* разрывается кулачковым элементом *ПС, ПТ1 (1Ж —1Н)* переключателя положений, подъемные катушки реле *СР-1* и *РВ-1* возбуждаются от 2-го провода, обмотка возбуждения электродвигателя *СДРК* реверсируется блок-контактами реле *РР (10Б — 10В)* и *(10Г — 0)*, а блок-контакты *РВ-1 (10АЭ — 10Б)* подключают ее к питающей сети. Вал реостатного контроллера начинает вращаться в обратном направлении. На 5-й позиции реостатного контроллера (от провода *20* — вагон Е; *10АЭ*— вагон Еж) возбуждаются подъемные катушки электромагнитных шунтирующих контакторов *КШ1* и *КШ2* и начинается ослабление возбуждения тяговых электродвигателей. Управление движением реостатного контроллера и питание реле *СР-1* и *РВ-1,* начиная с 5-й позиции, передается из цепи *2А —2В —2Г* в цепь *2В — 2Ж —2Г*, что необходимо на случай возможного проскакивания реостатным контроллером 4-й позиции при запаздывании включения контакторов *КШ1* и *КШ2*.



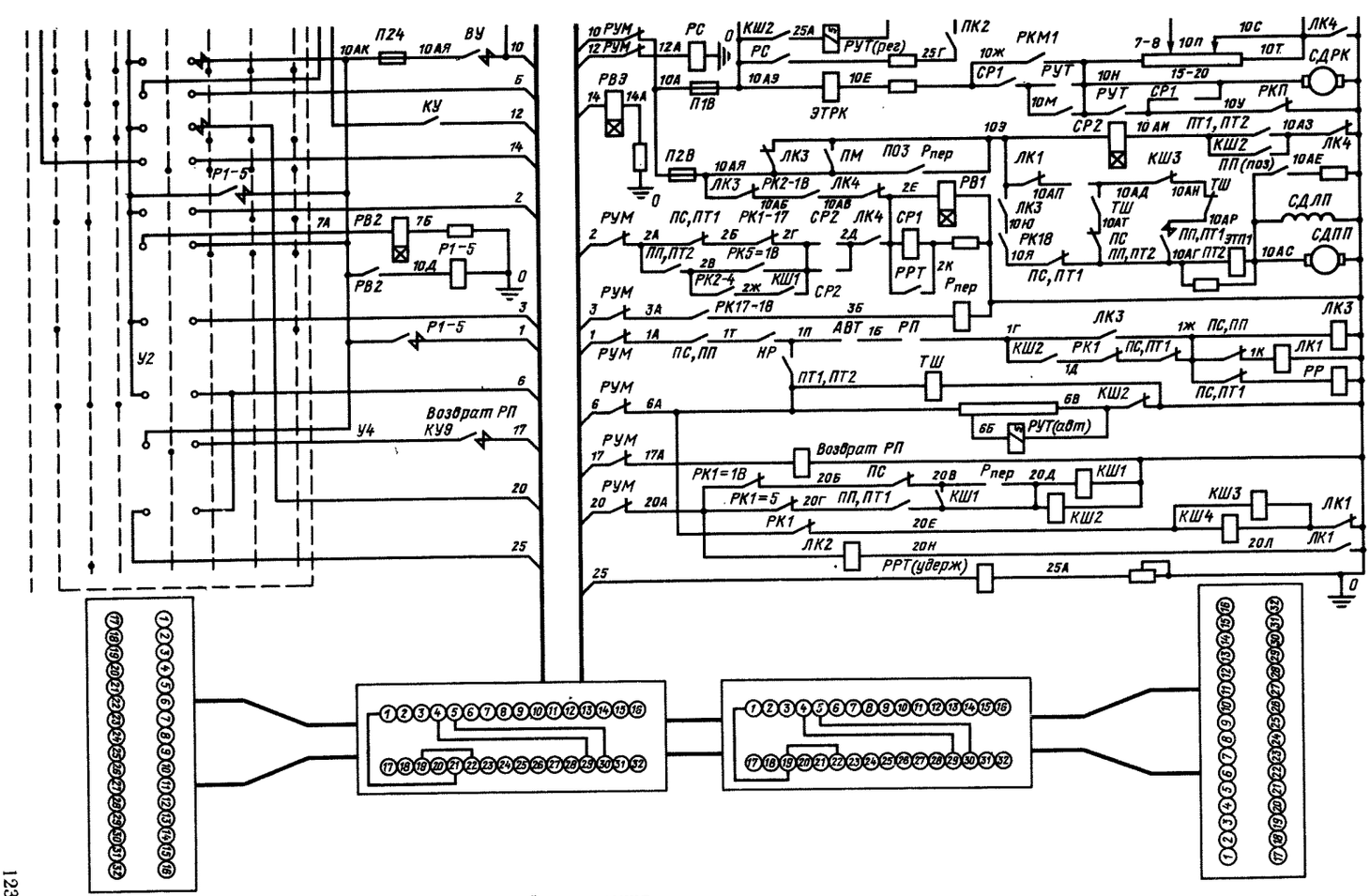


Рис. 118. Принципиальная электрическая схема цепей управления

На первой позиции размыкается кулачковый элемент *РК2-4* (*2В —2Ж*), разрывая цепь питания подъемных катушек реле *СР-1* и *РВ-1* и электродвигателя *СДРК*, и реостатный контроллер затормаживается. Эта позиция является автоматической характеристикой параллельного соединения тяговых электродвигателей с ослаблением возбуждения до 35 %.

Если рукоятка контроллера машиниста сразу устанавливается в положение «Ход 3», переход с последовательного соединения на параллельное осуществляется на полном возбуждении тяговых электродвигателей, так как реле перехода, через которое на 18-й позиции происходит включение контакторов *КШ1* и *КШ2*, будет возбуждено и его блок-контакт $P_{пер}$ (*20В —20Д*) разомкнут.

Реостатное торможение. При переходе с положения *1* на позицию *1А* и обратно происходит выведение по одной позиции реостатного контроллера, а положение *2* служит для автоматического управления торможением при непрерывном вращении реостатного контроллера под контролем реле *РУТ*. Положение *1*— это сбор схемы, а *1А* — ручное торможение.

Когда рукоятка контроллера машиниста установлена в *1*-е положении, подается напряжение на провода *20, 6, 5* в цепи управления.

От провода *Б2* подается питание на обмотку возбуждения и якорь электродвигателя *СДПП*, остановку и фиксацию которого на позиции *ПТ1* выполняют размыканием кулачкового элемента *ПП* (*10АТ —10АГ*), после чего вступают в действие электрический и дисковый тормоза. После перехода переключателя в положение *ПТ1* от *6*-го провода возбуждается подъемная катушка линейного контактора *ЛК3*, а от *4* или *5* проводов через блок-контакт *ЛК3* (*5Е —О*) — подъемная катушка линейного контактора *ЛК4*. Включением контактора *ЛК4* завершается сбор схемы тормозного режима.

Когда рукоятка контроллера машиниста установлена в положении *1* (подготовительная позиция для сборки схемы и ручного торможения), реостатный контроллер не вращается из-за отсутствия питания (напряжения) на втором проводе.

При переводе рукоятки в положение *1А* на провода *2* и *25* подается напряжение и реостатный контроллер начинает вращаться.

Между позициями замыкается кулачковый элемент реостатного контроллера *РКМ2* (*10АЭ —10К*) и возбуждаются подъемные катушки *РУТ* и *РРТ*, что приводит к остановке вала реостатного контроллера при переходе его на следующую позицию, так как якорь *СДРК* будет закорочен размыкающим блок-контактом *СР-1*.

Установка рукоятки контроллера машиниста в положение *2* вызывает автоматическое реостатное торможение, при котором вал реостатного контроллера вращается под контролем реле ускорения. Питание цепей серводвигателей реостатного контроллера и переключателя положений в момент перехода с позиции *ПТ1* на *ПТ2* происходит так же, как и при автоматическом пуске при переходе с последовательного на параллельное соединение. Во избежание проскакивания позиций, для улучшения фиксации и повышения коэффициента возврата реле *РУТ* (разницы между включением и отпадением) на нем установлена подъемная катушка, возбуждение которой приводит к срабатыванию реле между позициями от кулачкового элемента *РКМ2* (*10АЭ — 10К*).

Если при переходе реостатного контроллера на очередную позицию ток в последовательных катушках реле *РУТ* превосходит допустимое значение уставки, то магнитодвижущая сила, создаваемая этими катушками, удержит якорь реле в притянутом состоянии и вал контроллера остановится, так как с блокировкой этого реле (*10Н — 10М*) якорь электродвигателя СДРК обесточится и замкнется накоротко по цепи *10Н-10У-0*. При снижении тока до уставки якорь реле отпадает и вал реостатного контроллера возобновит вращение.

На 5-й позиции (второго оборота) *РК* происходит возбуждение вентиля регенерации № 1 для дотормаживания вагона до полной остановки, на реостатное торможение накладывается пневматическое.

Если схема реостатного торможения не собрана, то возбуждается вентиль регенерации № 2, который автоматически включает пневматическое торможение.

Сигнализация. В схеме цепей управления установлены лампы, зажигающиеся при срабатывании защиты (реле перегрузки) и в случаях, когда не собирается схема в двигательном и тормозном режимах.

При срабатывании реле перегрузки *РП* в кабине головного вагона зажигается красная лампа (*У2-18*), а в кабине вагона, на котором сработало реле перегрузки,— зеленая (*У0-10АН*). Она горит до тех пор, пока реле перегрузки не будет восстановлено (кнопкой «возврат»).

Такая система сигнализации достигается введением в цепь красной лампы блок-контактов контактора *ЛК4* (*24А-0*) и реле *РП* (*18А-0*), соединенных параллельно на всех вагонах поездным проводом *18*. Питается лампа от провода *У-2* контроллера машиниста, замкнутого на управляемом вагоне (головном). В цепь зеленой лампы (*У0-10АН*) включен блок-контакт реле перегрузки *РП* (*10АН-0*) вагона, на котором она установлена, поэтому лампа загорается только там, где работало реле перегрузки.

Если схема не собрана, в двигательном или тормозном режиме также загорается красная сигнальная лампа, но в этом случае она горит вполнакала.

Для определения вагона, в котором не работает схема, предусмотрена специальная кнопка «сигнализация» *КУ-8* с пружинным возвратом; на кнопку нажимают в момент подачи сигнала. При этом на вагоне, где не собралась схема, а именно: разомкнут контакт *ЛК4*, включенный в цепь лампы, возбудится катушка реле *Р32* (*24Б —24В*), сработает реле перегрузки и на вагоне с неисправностью в цепи управления зажигается зеленая лампа, которая будет гореть до тех пор, пока не будет нажата кнопка «Возврат *РП*». По прибытии на конечную остановку машинист по горению зеленой лампы может установить вагон с неисправной цепью управления.

Вспомогательные цепи (рис. 119). Цепи заряда батареи, освещения и двигатель-компрессора. Нормальный заряд аккумуляторной батареи производят от сети через лампы освещения вагона и включаемый параллельно им зарядный резистор и от обмоток подмагничивания тяговых двигателей.

Группа освещения *ОС1-ОП2* и резистор *ОС1-ОП2* через контакты контактора *КЗ-2* включаются непосредственно при включении автоматического выключателя. Последовательно с цепями освещения и зарядным резистором включены аккумуляторные батареи и замещающий резистор *ОП2-0*, с помощью которого лампы освещения продолжают гореть в случае сгорания предохранителей в цепи аккумуляторной батареи или отключения ее от подзаряда. Кроме того, этот резистор позволяет в процессе непрерывного подзаряда батареи поддерживать напряжение в пределах 70—90 В. Провод *10*, питающий

цепь управления, присоединен непосредственно к резистору *ОП2-0* и, таким образом, находится под напряжением, снимаемым с этого резистора. Этим исключается возможность попадания высокого напряжения на *10*-й провод.

Аккумуляторная батарея может быть отключена при помощи двухполюсного переключателя батарей ВБ (см. рис. 118). При отключении выключателя батареи отключается сама батарея и цепь управления.

Вторая группа освещения включается при помощи импульсного контактора освещения (*КО*) кнопкой *КУ4* «Освещение включено» (*УО-27*) (см. рис. 118), а отключается кнопкой *КУ5* «Освещение отключено» (*УО-28*).

Двигатель-компрессор включается кнопкой *КУ1* «Компрессор», его работа происходит автоматически, под контролем регулятора давления *АК*.

При снижении давления в напорной магистрали вагона замыкаются контакторы регулятора давления (*22—23*) и включается контактор *КК* через демпферный резистор *МК3-0* (см. рис. 118).

Аварийное освещение поезда. Оно автоматически замещает главное и включается выключателем аварийного освещения *ВУ2* (*11В-11*) (см. рис. 118). Лампы загораются при замкнутых контактах нулевого реле НР, при отсутствии напряжения в сети, отключении автоматического выключателя *АВ*, а также в случае перегорания предохранителей освещения *П4* или *П9*.

Сигнальные фонари. Красные сигнальные фонари включаются при установке реверсивной рукоятки контроллера машиниста в положении *0* или «Назад» белые прожекторы, лампы трафаретов и лампа освещения приборов в кабине — при переводе реверсивной рукоятки в положение «Вперед».

Управление дверями осуществляют пневматическими приводами, которые управляются электропневматическим дверным воздухораспределителем с тремя вентилями.

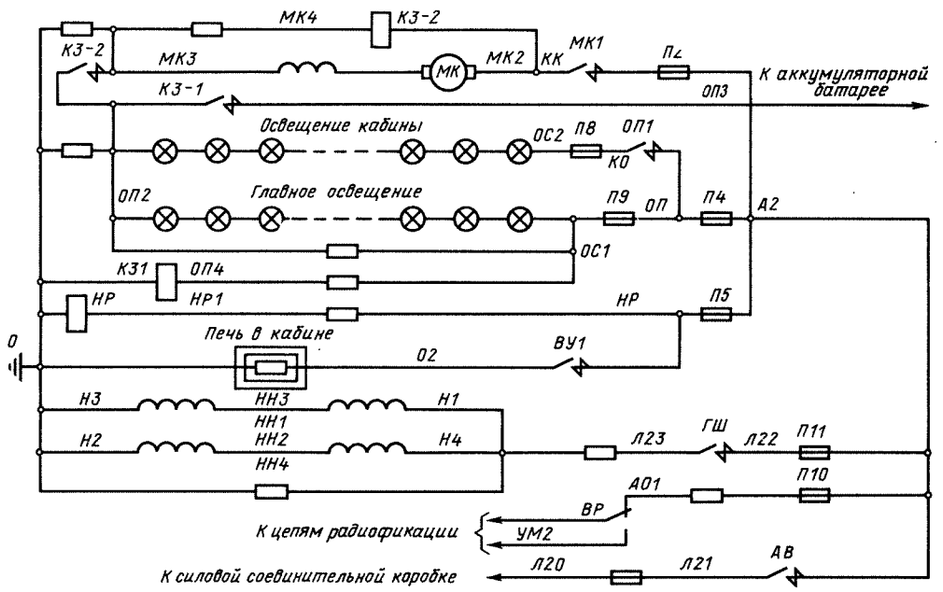


Рис. 119. Принципиальная электрическая схема вспомогательных цепей

Левые и правые двери одновременно закрываются при возбуждении катушки вентиля *16Е—16А*, а открываются — при возбуждении катушки *31А-0* и *32А-0*.

Управление производят кнопками *КУ2*, *КУ3* —«Закрывание дверей», *КУ7* —«Открывание правых дверей», *КУ6*— «Открывание левых дверей» и *КУ10* —«Резервное закрывание дверей».

Для сигнализации о том, что двери закрыты на всем составе, предусмотрены блокировки, установленные на каждой створке двери.

Контакты блокировок соединены параллельно проводом *15*. При закрытых дверях контакты разомкнуты, при открытых — замкнуты. Если створка какой-нибудь двери открыта, провод *15* заземляется и на головном вагоне загорается сигнальная лампа *Д2-15А* (если реверсивная рукоятка находится в положении «Вперед» или «Назад»).

Для обнаружения неисправности блокировок дверей служит кнопочный выключатель *КУ11*, отключающий блокировочную систему вагона с открытой дверью от системы остальных вагонов. Загорание лампы *Д2-15А* при нажатой кнопке и закрытых дверях вагона свидетельствует о неисправности какой-либо блокировки (замыкание на землю).

Защиту вспомогательной цепи осуществляют общим автоматическим выключателем *АВ* (он же — разъединитель вспомогательной цепи), а также высоковольтными предохранителями.

Для облегчения разрыва цепи при к. з. в цепь перед автоматическим выключателем включен демпферный резистор *Л20-Л21*.

Цепи управления, питаемые от аккумуляторной батареи, защищены предохранителями низкого напряжения.

§ 17. Электрические схемы электрооборудования вагона Еж3

Силовая схема вагона Еж3. Она имеет два режима работы: тяговый и тормозной.

На тяговом режиме схема предусматривает три положения: маневровое, последовательное и параллельное; на тормозном режиме — два положения: торможение при действии тиристорного регулирования возбуждения двигателей и реостатное торможение.

В силовой схеме двигатели соединены в две группы: первая группа включает *1* и *3*; вторая группа — *2* и *4* тяговые двигатели (см. рис. 116).

В группах двигатели между собой соединены последовательно.

Группы двигателей между собой соединяются: на тяговом режиме на *I* и *II* положениях контроллера машиниста (*КВ*) — последовательно, на *III* положении *КВ* — параллельно, на тормозном режиме группы соединиены параллельно.

В схеме осуществляется 36 позиций на тяговом режиме и 18 позиций на тормозном режиме. При этом реостатный контроллер на тяговом режиме вращается до 18-й позиции в прямом, а с 19-й по 36-ю позицию в обратном направлении; на тормозном режиме — в прямом направлении.

Переключатель положений имеет четыре положения (табл. 7), из них три рабочих *ПС* — последовательное соединение групп тяговых двигателей; *ПП* — параллельное соединение групп тяговых двигателей; *ПТ1* — тормозной режим. Четвертое положение *ПТ2* является переходным (осталось от первоначальной конструкции аппарата).

При последовательном соединении групп двигателей предусмотрено 18 позиций реостатного контроллера, из которых: с 1-й по 16-ю позицию включительно — пусковые реостатные; 17-я позиция

Таблица 7

Позиции контроллера	Контакторы реостатного контроллера																									
	РК1	РК2	РК3	РК4	РК5	РК6	РК7	РК8	РК9	РК10	РК11	РК12	РК13	РК14	РК15	РК16	РК17	РК18	РК19	РК20	РК21	РК22	РК23	РК24	РК25	РК26	РК27
1 (36)			×	×																	×	×	×	×	×	×	
2 (35)			×	×																	×	×	×	×	×	×	
3 (34)			×	×													×				×	×	×	×			
4 (33)			×	×													×	×			×	×	×				
5 (32)			×	×													×	×	×		×	×					
6 (31)			×	×	×													×	×		×	×					
7 (30)				×	×	×												×	×		×	×					
8 (29)					×	×												×	×		×	×					
9 (28)					×		×	×										×	×		×	×					
10 (27)							×	×	×									×	×		×	×					
11 (26)								×	×	×								×	×		×	×					
12 (25)									×	×	×							×	×		×	×					
13 (24)									×		×	×						×	×		×	×					
14 (23)											×	×	×					×	×		×	×					
15 (22)													×	×	×	×		×	×		×	×					
16 (21)		×											×	×	×	×		×	×		×	×					
17 (20)	×	×											×	×	×	×		×	×		×	×					
18 (19)	×	×											×	×	×	×		×	×		×	×					

соответствует автоматической характеристике последовательного соединения с полным возбуждением; 18-я позиция — автоматической характеристике ослабленного возбуждения до 78%.

Переход с последовательного на параллельное соединение групп тяговых двигателей выполняется контакторами *Т12* и *Т13* методом «моста», т. е. вначале замыкаются кулачковые контакторы (групповые) *Т3* и *Т8*, а затем размыкаются мостовые *Т12* и *Т13* (которые рвут уравнительный ток, вследствие чего снабжены дугогасительным устройством).

На параллельном соединении групп двигателей осуществляется также 18 позиций, из которых с *19*-й по *30*-ю (с 19-й по 7-ю) пусковые реостатные, *31 (6)* позиция соответствует автоматической характеристике полного возбуждения и последние пять позиций — автоматические пусковые характеристики ослабленного возбуждения двигателей: *3*-я (5-я) позиция до 78%; *33*-я (4-я) позиция до 55%; *34*-я (3-я) позиция до 44%; *35*-я (2-я) и *36*-я (1-я) позиции сдвоенные до 35%.

Ослабление возбуждения тяговых двигателей на тяговом и тормозном режимах происходит методом шунтирования обмотки возбуждения: на тяговом режиме — ступенчатым резистором и индуктивными катушками. Число ступеней ослабления возбуждения четыре. Подключение шунтирующей цепи выполняют при помощи индивидуальных электромагнитных контакторов *КШ1* и *КШ2*;

на тормозном режиме — импульсным регулированием при помощи тиристорного ключа, подключение которого осуществляют электромагнитными контакторами *КСБ1* и *КСБ2*.

Авторежимное устройство работает как на тяговом, так и тормозном режимах схемы на всех позициях, кроме позиций ослабленного возбуждения.

Обе силовые катушки *РУТ* включены в *I* и *II* группы двигателей.

При параллельном соединении групп двигателей *РУТ* реагирует на суммарный ток обеих групп.

Торможение с высоких скоростей выполняют на ослабленном возбуждении генераторов (изменяющееся от 30 до 100%), причем первоначальный момент торможения до нарастания тока определенного значения происходит на полном возбуждении.

Защиту групп тяговых двигателей осуществляют:

на моторном режиме с помощью групповых реле перегрузки, а также линейным реле перегрузки *РПЛ*;

на тормозном режиме при помощи групповых реле перегрузки, реле заземления, а в режиме тиристорного регулирования возбуждения — тиристором защиты.

Для смягчения толчков поезда и улучшения коммутационных процессов аппаратов силовой цепи выключение схемы как с тягового, так и с тормозного режимов происходит с выдержкой времени и осуществляется методом обратного введения резистора.

Работа силовой схемы в тяговом режиме. На этом режиме схема предусматривает три положения: маневровое; ход на последовательном соединении; ход на параллельном соединении.

Для осуществления работы схемы на одном из положений необходимо реверсивную рукоятку контроллера машиниста *(КВ)* установить в положении «Вперед» или «Назад». При этом реверсор ставят в положение, соответствующее положению рукоятки *КВ*.

Главную рукоятку контроллера машиниста необходимо установить в одно из положений «Ход 1», «Ход 2», «Ход 3».

На положениях «Маневровое» и «Ход на последовательном соединении» переключатель положений находится в положение *ПС*, замыкаются его кулачковые контакторы *Т4, Т5, Т9, Т12, Т13, Т14, Т16, Т20, Т22*, а контакторы *Т1, Т2, Т3, Т6, Т7, Т8, Т10, Т11, Т15, Т17, Т18, Т19, Т21* остаются разомкнутыми.

Включаются и остаются включенными линейные контакторы *ЛК1, ЛК2, ЛК3, ЛК4, ЛК5*. Контакторы ослабления возбуждения тяговых двигателей *КШ1* и *КШ2* включаются в зависимости от положения главной рукоятки *КВ*, как показано в табл. 8.

Контакторы реостатного контроллера *РК* включены в соответствии с замыканием контакторов *РК* (см. табл. 7).

На параллельном соединении групп двигателей переключатель положений устанавливают в положение «Параллельное».

Среднее ускорение на горизонтальном участке пути при пуске до выхода на автоматическую характеристику полного возбуждения при средней нагрузке составляет 1,2 м/с^2.

Таблица 8

Обозначение контакта		Позиции переключателя положений			
		ПС	ПП	ПТ1	ПТ2
Контакты переключателя положений	Т1		▨		
	Т2			▨	▨
	Т3		▨		
	Т4	▨	▨		
	Т5	▨	▨		
	Т6			▨	▨
	Т7			▨	▨
	Т8		▨		
	Т9	▨	▨		
	Т10			▨	▨
	Т11			▨	▨
	Т12	▨			
	Т13	▨			
	Т14	▨	▨		
	Т15		▨		
	Т16	▨			
	Т17			▨	▨
	Т18			▨	▨
	Т19			▨	▨
	Т20	▨	▨		
	Т21			▨	▨
	Т22	▨			
Индивидуальные контакторы	ЛК1	▨	▨		
	ЛК2	▨	▨	▨	▨
	ЛК3	▨	▨	▨	▨
	ЛК4	▨	▨	▨	▨
	КСБ1			▫	
	КСБ2			▫	
	ТР1			▨	▨
	ЛК5	▨	▨	▨	▨
	ТР2			▨	▨
	КШ1	▫	▫	▨	
	КШ2	▫	▫	▨	

Ход на маневровом положении. Начало пуска происходит с максимального значения пусковых резисторов и ослабленным возбуждением тяговых двигателей.

На этом положении обе группы тяговых двигателей соединяют последовательно с полностью включенными резисторами на 4,921 Ом. Возбуждение тяговых двигателей ослаблено до 35%. Реостатный контроллер стоит на первой позиции. Включены его контакторы *РК3, РК4, РК21 — РК26.*

Токопрохождение следующее. Токоприемники *(ТР)*, силовая коробка *КС*, главный предохранитель *П*, главный разъединитель *ГВ*, линейные контакторы *ЛК1* и *ЛК5*, силовые катушки линейного реле перегрузки *РПЛ* и группового реле перегрузки *РП1-3*, контактор *ЛК3*, контактор реверсора якоря первого и третьего тяговых двигателей, контактор реверсора, точка *К1*, две параллельные цепи: одна — обмотки возбуждения 1-го и 3-го тяговых двигателей; точка *К3*; другая (цепь шунтирования возбуждения) — индуктивный шунт *ИШ13*, резистор *Р28—Р29*, контактор реостатного контроллера *РК25*, электромагнитный контактор *КШ1*, точка *К3*. Далее силовая катушка *РУТ*, контактор переключателя положений *Т9, РК3*, резистор *РЗР10, Т22*, резистор *Р11-Р13, Т12, Т13*, резистор *Р26-Р25, Т16*, резистор *Р25, Р17, РК4, Т4*, силовая катушка *РУТ*, точка *К4*, две параллельные цепи: одна — обмотки возбуждения 2-го и 4-го тяговых двигателей, точка *К2*; другая (цепь шунтирования возбуждения) — электромагнитный контактор *КШ2*, индуктивный шунт *ИШ2-4, РК26*, резистор *Р35*, точка *К2*. Силовая катушка реле перегрузки *РП2-4*, контактор *ЛК4*, контактор реверсора, якорь второго двигателя, шунт амперметра, якорь четвертого двигателя, контактор реверсора, контактор переключателя положений *Т5*, коробка заземления *КС2, ЗУМы*, земля.

В начале пуска ток в силовой цепи при напряжении сети 750 В составляет 136 А. По мере увеличения скорости вагона значение тока уменьшается.

Сила тяги на ободе колес будет $F = 740$ кг.

Ослабление возбуждения двигателей на первой позиции предусмотрено для обеспечения более плавного трогания вагона с места.

Движение на этом положении рекомендуется производить не более 3 мин, в противном случае может произойти нагрев пусковых резисторов выше допустимого значения (400 °С). Этим положением пользуются при маневровых передвижениях.

Ход на последовательном соединении групп тяговых двигателей. На этом положении переключатель положений находится на *ПС*, реостатный контроллер начинает вращаться. Группы тяговых двигателей, как и на маневровом положении, соединены последовательно. На 2-й позиции *РК* отключаются контакторы ослабления возбуждения *КШ1* и *КШ2*. Возбуждение усиливается до 100 %. Ток двигателей вследствие усиления возбуждения снижается, но тяговое усилие вагона возрастает до 20 кН. Вывод пусковых резисторов начинается с 3-й позиции путем замыкания кулачковых контакторов РК: На 17-й позиции выводится последняя ступень резистора и тяговые двигатели начинают работать на автоматической характеристике полного возбуждения (100 %).

Регулировка *РУТ* со 2-й по 17-ю позицию для порожнего вагона 260 А, для груженого достигает 310 А.

Токопрохождение на 17-й позиции *РК* следующее: *ТР, КС, П, ГВ, ЛК1, ЛК5*, силовые катушки *РПЛ, РП1-3, ЛК3*, реверсор якоря 1-го и 3-го двигателей, реверсор,

обмотки возбуждения 1-го и 3-го тяговых двигателей, силовая катушка *РУТ, Т9, Т20, РК15, РК19, Т12, Т13, РК18, РК16, Т14, Т4*, силовая катушка *РУТ* обмотки возбуждения 2-го и 4-го тяговых двигателей, силовая катушка *РП2-4, ЛК4*, реверсор, якорь 2-го тягового двигателя, шунт амперметра, якорь 4-го двигателя, реверсор, *Т5, КС2, ЗУМы*.

На 18-й позиции *РК* происходит включение контакторов ослабления возбуждения двигателей *КШ1* и *КШ2* и возбуждение ослабляется до 78 %.

На 18-й позиции реостатный контроллер останавливается. Токопрохождение в силовой цепи то же, что и на 17-й позиции, с той лишь разницей, что параллельно обмоткам возбуждения тяговых двигателей подключены цепи шунтировки возбуждения. В результате этого ток якоря разветвляется по двум параллельным цепям: одна — обмотки возбуждения; другая — шунтирующая цепь.

Для первой группы двигателей, точка *К1*, обмотки возбуждения 1-го и 3-го тяговых двигателей, точка *К3* и индуктивный шунт *ИШ1-3*, резистор *Р28-Л76, КШ1*, точка *К3*.

Для второй группы двигателей: точка *К4*, обмотки возбуждения 2-го и 4-го тяговых двигателей, точки *К2* и *КШ2*, индуктивный шунт *ИШ2-4*, резистор *Л74-К2* (точка *К2*). Регулировка *РУТ* на 18-й позиции снижается на 260 А.

На этом положении при порожнем вагоне реостатный контроллер вращается хронометрически, так как ток силовой цепи не достигает уставки *РУТ*, лишь в случае пуска при максимальной нагрузке на предельном подъеме движение его осуществляется под контролем *РУТ*. Среднее время пуска с 1-й на 18-ю позицию (при порожнем вагоне) составляет 3—3,2 с. На первых семи позициях переход на другую составляет 0,2 с, а в остальных переход *РК* с позиции на позицию — 0,15 с. Замедленное вращение *РК* на первых семи позициях выполнено для плавности пуска поезда. При груженом вагоне на площадке скорость выхода на автоматическую характеристику полного возбуждения (17-ю позицию) составляет 8,5 км/ч.

Ход на параллельном соединении групп тяговых двигателей. Переключатель положений переключает силовую схему с последовательного на параллельное соединение. Переход выполняют методом «моста», т. е. включаются контакторы переключателя положений *Т1, Т3, Т8, Т15*, контакторы *Т4, Т5, Т9, Т14, Т20* остаются включенными, а контакторы *Т12, Т13, Т16, Т22* отключаются; остальные контакторы *Т2, Т6, Т7, Т10, Т11, Т17, Т18, Т19, Т21* остаются отключенными.

Переключение переключателя положений позволило 18-ю позицию *РК* сделать 19-й. На этой же позиции отключаются контакторы ослабления возбуждения тяговых двигателей *КШ1* и *КШ2*. Токопрохождение на *19*-й позиции следующее: *ТР, КС1, П, ГВ, ЛК1, ЛК5*, силовая катушка *РПЛ*, общая точка *Л3*, далее параллельные цепи: первая силовая катушка *РП1-3, ЛК3*, реверсор, якоря первого и третьего двигателей, реверсор, обмотки возбуждения 1-го и 3-го двигателей, силовая катушка *РУТ, Т9*, точка *Л8*, контактор *РК13*, резистор *Р9—Р5, Т1*, резистор *Р4-Р3, Т3, КС2, ЗУМы*, земля; вторая — *Т8*, резистор *Р17-Р18, Т15*, резистор *Р19-Р23*, контактор *РК14, Т4*, силовая катушка *РУТ*, обмотки возбуждения 2-го и 4-го двигателей, силовая катушка *РП2-4*, контактор *ЛК4*, реверсор, якорь 2-го двигателя, шунт амперметра, якорь 4-го двигателя, реверсор, *Т5, КС-2, ЗУМы*, земля.

До размыкания мостовых контакторов *Т12, Т13* по этой цепи протекает уравнительный ток. С *19*-й позиции реостатный контроллер начинает вращаться в обратном нап-

равлении, производя выведение резисторов из цепей обеих групп двигателей согласно таблицы замыкания контакторов реостатного контроллера.

Позиции *19 (18), 20 (17), 21 (16)* имеют одинаковое значение сопротивления, поэтому они называются строенными.

Строенные позиции выполнены в целях уменьшения пика тока при переходе с последовательного соединения групп двигателей на параллельное. На *31 (6)*-й позиции резисторы из обеих групп двигателей полностью выведены.

Эта характеристика является автоматической со 100%-ным возбуждением.

Токопрохождение на *31 (6)*-й позиции реостатного контроллера следующее: *ТР, КС1, П, ГВ, ЛК1, ЛК5,* силовая катушка *РПЛ,* общая точка *Л3,* две параллельные цепи: первая — силовая катушка *РП1-3, ЛК3,* реверсор, якоря 1-го и 3-го двигателей, силовая катушка *РУТ, Т9, РК3, Т3, КГС, ЗУМы,* земля; вторая — *Т8, РК4, Т4,* силовая катушка *РУТ,* обмотки возбуждения 2-го и 4-го двигателей, силовая катушка *РП2-4, ЛК4,* реверсор, якорь 2-го двигателя, шунт амперметра, якорь 4-го двигателя, реверсор, *Т5, КС2, ЗУМы,* земля.

На *32*-й *(5*-й) позиции реостатного контроллера включаются контакторы ослабления возбуждения двигателей *КШ1* и *КШ2,* ослабляя возбуждение двигателей до 78 %.

На последующих позициях реостатного контроллера включением контакторов *РК21-РК26* возбуждение двигателей изменяется: на 33 (4)-й позиции до 55 %; на *34 (3)*-й позиции до 44 %; на *35 (2)*-й и *36 (1)*-й позициях до 35 %.

На *36 (1)*-й позиции реостатный контроллер останавливается. Эта позиция является ходовой, и двигатели работают на автоматической характеристике параллельного соединения с ослаблением возбуждения до 35 %.

Токопрохождение на *36 (1)*-й позиции реостатного контроллера: *ТР, КС1, П, ГВ, ЛК1, ЛК5,* силовая катушка *РПЛ,* общая точка *Л3,* две параллельные цепи:

первая—силовая катушка *РП1-3, ЛК3,* реверсор, якоря 1-го и 3-го двигателей, реверсор, общая точка *К1,* две параллельные цепи —

одна — обмотка возбуждения 1-го и 3-го двигателей, точка *К3;*

другая — индуктивный шунт *ИШ1-3,* резистор *Р28-Р29, РК25, КШ1,* точка *К3;*

далее — силовая катушка *РУТ, Т9, РК3, Т3, КС2, ЗУМ,* земля;

вторая — *Т8, РК4, Т4,* силовая катушка *РУТ,* общая точка *К4,* две параллельные цепи —

одна — обмотки возбуждения 2-го и 4-го двигателей, точка *К2;*

другая — *КШ2,* индуктивный шунт *ИШ2-4, РК26,* резистор *Р35-К2;*

далее — силовая катушка *РП2-4, ЛК4,* реверсор, якорь 2-го двигателя, шунт амперметра, якорь 4-го двигателя, реверсор *Т5, КС2, ЗУМ,* земля.

Весь пусковой период идет под контролем реле ускорения и торможения *(РУТ),* которое реагирует на сумму токов обеих групп двигателей.

Регулировка *РУТ* с *19*-й по *31*-ю позицию включительно —260—270 А при порожнем режиме; при груженом режиме — повышается до 310 А.

Регулировка *РУТ* с *32*-й по *36*-ю позицию (с позиций начала ослабления возбуждения двигателя) 260—270 А независимо от нагрузки вагона. Это сделано так же, как и при переходе с последовательного на параллельное (на *19, 20, 21*-й строенных позициях), с целью снижения пика токов, отрицательно влияющих на устройства энергоснабжения, а также для получения более плавного процесса пуска.

Время вращения реостатного контроллера по позициям с *18* до *36 (18—1)*-й составляет 0,15 с. Скорость выхода на автоматическую характеристику ослабленного возбуждения (36 позиций) 40,5 км/ч при нагрузке 8 т.

Сброс схемы с тягового режима. При сбросе схемы с любого ходового положения *КВ* первым отключается контактор *ЛК5,* который вводит в цепь двигателей дополнительный резистор *Л2—Л4* на 1,14 Ом. В течение 0,7 с схема работает с дополнительным резистором.

Метод обратного ввода резистора предусмотрен с целью смягчения инерционных толчков поезда и улучшения коммутационных условий двигателей в переходных процессах.

Работа силовой схемы на тормозном режиме. На этом режиме в зависимости от скорости, при которой начинается торможение, схема предусматривает два вида торможения: первый вид — торможение при действии тиристорного регулирования возбуждения двигателя; второй — реостатное торможение.

Указанные виды торможения осуществляются машинистом при помощи контроллера машиниста на положениях: «Тормоз 1» (подтормаживание); «Тормоз 1—1А» (ручное торможение); «Тормоз 2» (автоматическое торможение). Электрическое торможение основано на принципе обратимости электрических машин из двигательного режима в генераторный путем самовозбуждения электрических машин.

Необходимым условием самовозбуждения машин являются: замкнутая электрическая цепь между генераторным и тормозным контурами; наличие остаточного магнитного потока в главных полюсах машины.

Направление тока в обмотке возбуждения при тормозном режиме должно совпадать с направлением тока в них при тяговом режиме (чтобы не было размагничивания полюсов).

Сопротивление тормозного резистора должно быть меньше, чем критическое, т. е. чтобы омическое падение напряжения в тормозном и генераторном контурах было ниже ЭДС, создаваемой генераторами (критическое сопротивление R такое, при котором машина не возбуждается). Это условие можно записать в виде

$$E > I_т(r+R),$$

где E — ЭДС, вырабатывается генератором;
$I_т$ — тормозной ток;
R — сопротивление обмоток двигателя;
r — сопротивление реостата.

При реостатном торможении двигатели отключаются от контактного рельса и подключаются к реостату.

При вращении вала генератора за счет остаточного магнитного потока $Ф$ главных полюсов возникает ЭДС, ^{ост}значение которой находят из уравнения

$$E = CФn,$$

где n — частота вращения двигателя.

Под действием ЭДС в цепи генератора появляется тормозной ток $I_т$, значение которого выражается уравнением

$$I_т = \frac{E}{R+r},$$

где R — сопротивление реостата;
r — сопротивление обмоток двигателя.

Ток, проходя по обмоткам генератора, вызывает усилие его магнитного потока, последний увеличивает ЭДС машины, которая в свою очередь увеличивает $I_т$. В дальнейшем этот процесс носит повторяющийся характер. Наличие тока во внешней цепи создает тормозной момент, направленный против вращения якоря. Под действием тормозного момента возникает тормозная сила $B = CФI$, действие которой и приводит к электрическому торможению поезда.

Применение электрического реостатного торможения с высоких скоростей сопряжено с опасностью возникновения кругового огня по коллектору и перебросу его на корпус генератора, так как напряжение на коллекторе генератора прямо пропорционально магнитному потоку машины и скорости движения поезда.

Для того чтобы снизить напряжение на коллекторе, которое не должно превышать 800 В, необходимо уменьшить одну из величин, входящих в уравнение (2).

Возможным представляется только снижение магнитного потока. Поэтому в процессе торможения с высоких скоростей применяют метод ослабления возбуждения генераторов с помощью тиристорного регулирования. С другой стороны применение ослабления возбуждения значительно увеличивает время возбуждения машины, а следовательно, уменьшает первоначальный тормозной эффект и в конечном итоге удлиняет тормозной путь.

Учитывая то обстоятельство, что генераторы возбуждаются не мгновенно, а спустя некоторое время, первоначальный момент торможения с высокой скорости начинается при полном возбуждении. При достижении тока в генераторах 130—150 А начинается тиристорное регулирование возбуждения.

Значение ослабления возбуждения будет зависеть от скорости начала торможения. Для первоначального наглядного представления о схеме тиристорного возбуждения

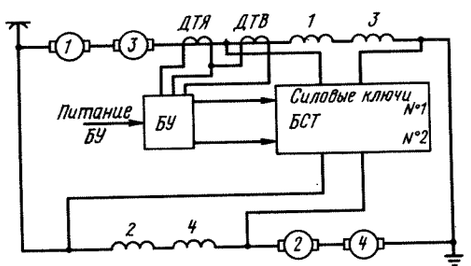


Рис. 120. Структурная схема ТРП

двигателей необходимо ознакомиться со структурной схемой тиристорного регулирования возбуждения (*ТРП*) (рис. 120).

Применение *ТРП* на тормозном режиме обеспечивает:

ускорение процесса самовозбуждения генераторов;

ограничение напряжения на коллекторе генератора до допустимого значения по коммутации (при скоростях до 90 км/ч до напряжения 650—700 В);

быстродействие электрического тормоза;

отсутствие резких колебаний тока якоря и стабильность тормозного момента;

наличие обратной связи по току якоря генератора.

Вышеперечисленные преимущества позволили улучшить динамические показатели вагона и повысить коммутационную надежность двигателя при торможении с высокой скорости.

Среднее замедление поезда со средней нагрузкой на горизонтальном участке пути при торможении со скорости 70 км/ч составляет 1,0—1,2 м/с^2.

Ручное торможение (положение КВ — «Тормоз 1-1А»). Переход работы схемы с режима тиристорного регулирования в режим реостатного торможения осуществляется в следующей последовательности: при установке рукоятки контроллера машиниста из положения «Тормоз 1» в положение «Тормоз 1А» регулировка тока якорей генераторов посредством блока управления тиристорами повышается до 230 А, а по мере снижения скорости движения поезда по цепи коррекции от датчика тока возбуждения *ДТ2* уставка повышается до 270 А.

На положении «Тормоз 1А», как и на положении «Тормоз 1», следует рассмотреть два вида работы схемы: торможение при действии *ТРП* и реостатное торможение.

В первом случае при начале торможения со скорости более 50—55 км/ч осуществляют импульсное регулирование возбуждения. При этом реостатный контроллер стоит на первой позиции, и по мере снижения скорости происходит усиление возбуждения от максимально ослабленного до полного. После выхода генераторов на полное возбуждение, которое происходит со скорости 55—50 км/ч, начинается реостатное торможение. На первой позиции *РК* при скорости 54 км/ч и токе генераторов 29 А (полное возбуждение) тормозная сила вагона достигает 6,12 кН.

Машинист посредством перевода рукоятки *КВ* из положения «Тормоз 1» в положение «Тормоз 1А» и т. д. выводит поодиночно ступени тормозного реостата.

Токопрохождение в генераторном и тормозном контурах при действии *ТРП* такое же, что на положении «Тормоз 1».

При начале торможения со скорости менее 55—50 км/ч генераторы работают на полном возбуждении — происходит обратное реостатное торможение.

Скорость вывода ступеней резистора происходит по желанию машиниста, но не быстрей, чем при автоматическом торможении.

На *3*-й позиции *РК* отключаются контакторы ослабления возбуждения *КСБ-1* и *КСБ-2*, в результате этого включается авторежимное устройство, и уставка *РУТ* при груженом вагоне повышается до 310 А.

Ручным торможением машинист может вывести все 18 позиций. На *18*-й позиции реостатный контроллер останавливается, при этом токопрохождение следующее.

В генераторном контуре — такое же, как и на положении «Тормоз 1» (с отключенными тиристорными ключами).

В тормозном контуре — точка *К2, Т17, Т6, ЛК2,* три параллельные цепи:

первая — *РК14,* резистор *Р23—Р25, РК18,* общая точка *Т21;*

вторая — *ТР2,* резистор *Р17-Р16, РК2,* контактор *Т21,* общая точка *Т21;*

третья — *ТР2,* резистор *Р17-Р16, РК27,* контактор *Т21,* общая точка, *Т21;*

далее — *Т10,* силовые катушки реле *РТ2* и *РКТТ, РК20, Р13,* три параллельные цепи:

первая — *Р13, РК19,* резистор *Р11-Р9, РК13,* общая точка *Л8;*

вторая — *Р13, Т19, РК1,* резистор *Р1-Р3, ТР1,* общая точка *Л8;*

третья — *Р13, Т19,* резистор *Р14-Р3, ТР1,* общая точка *Л8;*

далее — *Т11,* общая точка *К1.*

На последней *18*-й позиции реостатного контроллера остается невыводимый резистор со значением 0,285 Ом. Эффективность электрического тормоза происходит до скорости 4 км/ч.

Автоматическое торможение (положение *КВ* «Тормоз 2»). Силовая схема работает аналогично положению «Тормоз 1А», «Ручное торможение» со следующей разницей:

вращение реостатного контроллера происходит автоматически под контролем реле *РУТ*, регулировка которого при порожнем вагоне — 260 А, при груженом — достигает 310 А. Авторежимное устройство вступает в действие с *3*-й позиции;

на *17*-й позиции при скорости 6—8 км/ч вступает в действие вентиль замещения пневматического тормоза, чем и осуществляется окончательное дотормаживание состава.

Сброс схемы с тормозных положений. Сначала отключается контактор *ЛК2*, который вводит в тормозной контур дополнительный резистор *Л12-Л13* на 1,75 Ом. В течение 0,7 с схема работает с дополнительным резистором. Введение резистора предусмотрено с целью смягчения инерционных толчков поезда и улучшения коммутационных условий

генераторов и других коммутирующих аппаратов.

Особенности работы схемы цепей управления. Переключатель положений имеет четыре положения, из них: три рабочих положения (*ПС* — последовательное, *ПП* — параллельное соединение, *ПТ1* — тормозной режим); *ПТ2* — переходное положение, являющееся вспомогательным при возврате из положения *ПТ1* в *ПС*.

Возврат *СДПП* из тормозного режима в *ПС* и с ходовых положений в тормозное происходит только после отключения линейных контакторов.

Если *СДПП* находится в положениях *ПС* или *ПП* и главная рукоятка *КВ* переведена в нулевое положение, то *СДПП* автоматически переключается в положение *ПС;* возврат *СДПП* с тормозного положения в *ПС* осуществляется при переводе главной рукоятки *КВ* из тормозного положения в нулевое.

От *10-го* провода включается реле *СР2* по следующей цепи: провод *10А, П28,* размыкающий (р. к.) блок-коитакт *ЛК3*, катушка *СР2*, блокировки *ПТ1, ПТ2, ЛК4,* земля.

Замыкающий контакт (з. к.) реле *СР2 10АП-10АД* создает цепь питания серводвигателю переключателя *СДПП: 10Э,* р. к. *ЛК1,* з. к. *СРГ*, р. к. реле *РПП1*, р. к. *ТР1*, блокировка *ПП; ПТ1, ПТГ*, катушка *ЭТПП*, обмотки якоря и возбуждения *СДПП*, земля.

СДПП переключается из положения *ПТ1* в положение *ПС,* проходя при этом положение *ПТ2.*

В положении *ПС* останавливается, так как мотор привода теряет питание (размыкается блокировка *ПП, ПТ, ПТ2, 10АР-10АГ*) и, кроме этого происходит торможение электрическим и электромагнитным тормозами.

Переключение *СДПП* из положений *ПС* и *ПП* и из положения *ПП* и *ПТ1* описаны в разделах соответственно положение *КВ* «Ход 3» и положение *КВ* «Тормоз 1».

Необходимо отметить, что провод *Б2* и все электроаппараты, питающие от него, получают автономное питание от батареи вагона через собственный выключатель *ВБ1*, минуя предохранитель батарей.

Назначение реле. 1. Реле заземления № 2 *(РЗ-2)* — для определения вагона, на котором не собралась схема, путем искусственного срабатывания реле перегрузки.

2. Реле ручного торможения *(РРТ)* — для осуществления ручного торможения путем шунтирования катушки реле *СР-1,* что вызывает торможение якоря *СДРК.*

3. Реле ускорения и торможения *(РУТ)* — для контроля за скоростью вращения реостатного контроллера путем снятия питания с якоря (контакторы *РУТ 10М-10Н)* и закорачивания его накоротко на позициях (контакты *РУТ 10Н-10У)* и *РУТ 10Н-10У*. Ток уставки *РУТ* регулируют при помощи регулировочной и авторежимной катушек. Подъемная катушка повышает четкость работы реле.

4. Реле времени *РВ1* служит для обеспечения выдержки времени в отключении обмоток возбуждения *РК*, что необходимо для действия электрического тормоза, останавливающего мотор привода *РК*.

5. Реле времени *РВ2* служит для обеспечения выдержки времени в отключении линейных контакторов *ЛК1, ЛК3, ЛК4* после отключения *ЛК5* путем снятия питания с катушки контактора *Р1-5.*

6. Контактор первого провода *(Р1-5)* — для обеспечения отключения линейных контакторов *ЛК1, ЛК3, ЛК4* только после того, как отключится *ЛК5.*

7. Реле времени *РВТ* — для обеспечения выдержки времени в отключении линейных контакторов *ЛК3* и *ЛК4* после отключения контактора *ЛК2* путем снятия питания с катушки *РВТ.*

8. Контактор *К25* — для разрыва цепи питания *25*-го провода при торможении от устройств *ЛРС.*

9. Стоп-реле № 1 *(СР-1)* — для управления вращением реостатного контроллера.

10. Стоп-реле № 2 *(СР-2)* — для управления вращением переключателя положений при его переходе с положений *ПТ1* и *ПТ2* в положение *ПС* и из положения *ПП* в тормозное положение *ПТ1,* а также для обеспечения выдержки времени начала вращения *РК* после переключения переключателя положений.

11. Реле перехода ($Р_{пер}$) — для управления переходом переключателей из положения *ПС* в положение *ПП.*

12. Реле *РПП1* — для управления переходом переключателя положений с положения *ПП* и тормозного *ПТ1* и *ПТ2* в положение *ПС.*

13. Реле резервного управления *(РРУ)* — для переключения схемы управления в резервное положение.

14. Реле реверсировки *(РР)* — для изменения направления тока в обмотке возбуждения мотора привода *РК.*

15. Реле возврата реле перегрузки («Возврат *РП*») — для восстановления реле перегрузки после того, как оно сработает.

16. Реле времени *(РВЗ)* — для задержки работы вентиля замещения № 2 на время, необходимое для сборки схемы на электрический тормоз, т. е. включение *ЛК4* и реле *РТ-2.*

17. Реле торможения *(РТ)* — используется для подачи сигналов на изменение уставок и переключение триггера в блоке управления *ТРП.*

18. Реле уставок *(РУ)* — для изменения и регулирования уставок тока якоря при торможении.

19. Реле управления возбуждением *(РУП)* — для обеспечения четкой работы силовых тиристорных ключей. Реле отключается с выдержкой времени 0,6—0,7 с, необходимой для питания электронной схемы на время нахождения силовых ключей в рабочем положении (после их отключения).

20. Реле контроля тормозного тока (РКТТ) — для контроля эффективности тормозного тока. Реле имеет две уставки: одну на включение, другую на отключение реле.

При наличии тормозного тока ниже значения уставки на включение реле или при снижении тормозного тока до значения отказа якоря реле контакты реле обеспечивают сработку электропневматического клапана, в результате чего вступает в действие экстренный пневматический тормоз.

21. Реле контроля возбуждения тяговых двигателей в тормозном режиме *(РТ-2)* — для контроля наличия первичного тормозного тока. Если значение тока ниже тока уставки реле, то его контакт *(8Д-8Е)* создает цепь включения вентиля замещения № 2 пневматического тормоза, в результате чего вступает в действие пневматический тормоз (при нахождении *РК* на *1*-й позиции).

Работа схемы управления в тормозном режиме. Торможение от максимальной скорости до 50—65 км/ч происходит методом импульсного регулирования возбуждения.

При этом реостатный контроллер остается неподвижным на первой позиции, усиление возбуждения происходит от ослабленного до полного. После выхода на полное возбуждение на позиции *11* подается команда на движение *РК* и начинается выведение ступеней тормозного реостата до скорости примерно 8 км/ч, после этого начинается пневматическое торможение, доводящее поезд до полной остановки.

Схема управления вагона совместно со схемой блока направления силовыми тиристорными ключами осуществляет тиристорное регулирование возбуждения генерато-

ров в режиме торможения в интервале скоростей от 90 до 32 км/ч на положении «Тормоз 1».

Положение контроллера машиниста «Тормоз 1». Реверсивная рукоятка контроллера остается в том же положении, что и при моторном режиме.

Главная рукоятка *КВ* устанавливается в положение «Тормоз 1». От главного вала включаются контакторы *КВ: У2, ЗЗГ* и 20 проводов. От *20*-го провода включаются контакторы *ЛК2* и *ЛК5* по той же цепи, что и на положении «Ход 1».

Блокировка контактора *ЛК2 (10АИ-10АЗ)* создает цепь питания катушки реле *СР2* и реле включается по цепи: *10А, П28,* р. к. *ЛК3,* катушка реле *СР2,* з. к. *ЛК2,* р. к. блокировка *ЛК4,* земля, з. к. реле *СР2 (10АП-10АД)* включается, чем подготавливает цепь питания электродвигателя переключателя положений.

От контактора *КВ* по проводу *33Г* включается реле *РВТ* и контактор *К25* по цепи: левая плюсовая шина *КВ,* контактор *КВ ЗЗГ* провода, две параллельные цепи: первая — катушка реле *РВТ,* земля, вторая — блок-контакты устройств *АРС,* катушка контактора *К25.* Контакты реле *РВТ 10 АК-6* включаются в цепи *6*-го провода, а контакты *(25В-25)* контактора *К25*— в цепи *25*-го провода.

От правой плюсовой шины *КВ* через контакты реле *РВТ* получает питание *6*-й провод, от которого вначале включаются контакторы *ТР1* и *ТР2,* реле *РПП1* и *РТ,* а после переключения *СДПП* в положение *ПТ1* — контакторы *КСБ1, КСБ2, ЛК3* и реле *РУП, РР.*

Катушки контакторов *ТР1, ТР2* и реле *РПП1, РТ* получают питание по цепи провод 6А, катушки: контакторов *ТР1, ТР2* и реле *РПП1* и *РТ,* земля.

После включения контактора *ТР1,* его з. к. *10АД-10АТ* создает цепь питания двигателю *СДПП* по цепи: *10Э,* размыкающие контакты *ЛК1,* з. к. *СР2,* з. к. *ТР1 (10АД-10АТ),* блокировка *ПС, ПП, ПТ2,* катушка *ЭТПП,* обмотки возбуждения и якоря *СДПГ,* земля. Переключатель положений переходит в положение *ПТ1* и фиксируется в этом положении, так как двигатель теряет питание (размыкается блокировка *ПС, ПП, ПТ2, 10АТ-10АГ)* и, кроме этого, происходит его торможение: электрическим и дисковым электромагнитными тормозами.

В результате переключения переключателя в положение *ПТ1* получают питание катушки контакторов *КСБ1, КСБ2, ЛК3* и реле *РУП* и *РР* по цепи: провод *6А,* две параллельные цепи: первая — диод, блокировки: *ПТ1; ПТ2; РК1-2,* катушка реле *РУП,* катушки контакторов *КСБ1* и *КСБ2,* земля; вторая — блокировка *ПТ1; ПТ2;* контакты *АВТ, РП,* блокировки *РК1, КСБ2, КСБ1,* блокировка *ПС, ПТ1* и параллельно на две цепи катушка *ЛК3,* размыкающие коитакты *РРУ,* земля и *ПС; ПТ1,* катушка *РР* и контакты *РРУ,* земля.

Контактор *ЛК3* включается, в результате этого получает питание *ЛК4* по цепи: провод *5А,* блок-контакты реверсора «Вперед», размыкающие контакты *РП,* катушка контактора *ЛК4,* замыкающие контакты *ЛК3,* размыкающие *РРУ,* земля. Включение контактора *ЛК4* говорит о том, что схема собралась.

Контакторы ослабления возбуждения генераторов в силовой схеме подключают силовые тиристорные ключи, а размыкающие контакты контактора *КСБ1 (6В-6Ж)* на первых двух позициях *РК* отключают авторежимную катушку *РУТ,* в результате этого ток уставки *РУТ* не зависит от нагрузки вагона. Работу электронной схемы управления тиристорами можно проследить по рис. 121.

От провода *6А* получает питание система тиристорного регулирования возбуждения по цепи:

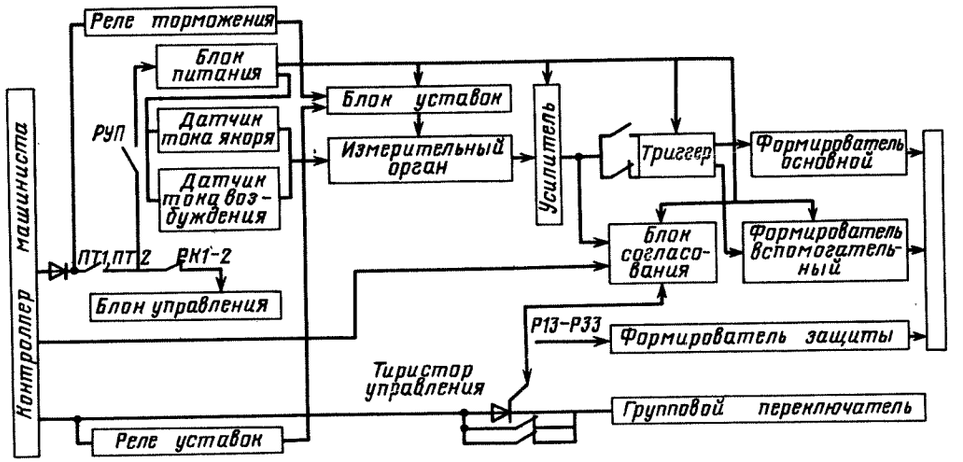


Рис. 121. Структурная схема управления силовыми тиристорными ключами

провод *6А,* диод, *ПТ1, ПТ2,* замыкающие контакты реле управления возбуждением—полем *(РУП),* блок управления тиристорным регулированием возбуждения.

Началом регулирования возбуждения является поступление сигнала со вторичной обмотки датчика тока якоря на измерительный орган, который сравнивает полученный сигнал с заданным уровнем, выдает его на усилитель, где он усиливается и передается на триггер. Триггер вначале подает сигнал на формирователь импульсов вспомогательных тиристоров. Последний передает сигнал на управляющий электрод вспомогательных тиристоров (тиристор открывается).

В следующий момент сигнал передается на управляющий электрод главных тиристоров, которые открываются, а вспомогательные закрываются.

Таким образом, происходит поочередная подача питания на управляющие электроды вспомогательных и главных тиристоров. По окончании процесса регулирования возбуждения главные тиристоры закрываются, и генераторы переходят на работу с полным возбуждением. Уставка тока задается электронной схемой и равна 130—150 А.

Положение контроллера машиниста «Тормоз 1А». При установке главной рукоятки *КВ* в положение «Тормоз 1А» от главного вала включаются контакторы *КВ 2*-го и *25*-го проводов. Контакторы *У2 23Г* и *20*-го проводов остаются включенными. От *25*-го провода получает питание удерживающая катушка реле ручного торможения *РРТ,* но реле не включится, так как магнитный поток этой катушки не в состоянии притянуть якорь. От *2*-го провода включается реле уставок *РУ,* которое своими контактами в блоке уставок *ТРП* изменяет нагрузочное сопротивление в цепи питания датчика тока возбуждения *ДТ2.*

В результате этого уставка тока якорей возрастает до 230 А, а по мере снижения скорости движения поезда по цепи коррекции от *ДТ2* уставка повышается до 270 А.

По окончании регулирования возбуждения с блока согласования дается сигнал на управляющий электрод тиристора *ТТ* и он открывается. В результате этого подается питание катушкам реле *СР1* и *РВ1* по цепи: 2-й провод, *РУМ,* тиристор *ТТ1,* блокировки *ПС, ПТ1, РК1-17,* р. к. реле *СР2,* з. к. блокировки *ЛК4,* катушки реле

РВ1 и *СР1*, земля. Реле включаются и производят те же операции, что и на положении схемы «Ход 2». Вследствие этого получают питание обмотки возбуждения и якоря *СДРК* и реостатный контроллер начинает вращаться. Между позицией размыкается *РКП*, включаются *РКМ1* и *РКМ2*, в результате этого получают питание подъемные катушки *РУТ* и *РРТ* по цепи: точка *10АЭ*, *РКМ2*, *ПТ1*, две параллельные цепи: первая — катушка реле *РУТ*, з. к. *ЛК4*, земля; вторая — подъемная катушка реле *РРТ*, трубчатый резистор, р. к. *ЛК1*, земля.

При включении реле происходит следующее: *РРТ* своими контактами *2Е-2К* шунтирует катушку *СР1*, что вызывает отключение реле, размыкание контактов *СР1 (10Ж-10М)* и замыкание *СР1 (10Н-10У)*.

Несмотря на то что контакты *СР1 (10Ж-10М)* разорвали цепи питания якоря *СДРК*, он продолжает вращаться, так как получает питание через *РКМ1*.

В следующий момент размыкается *РКМ2* и подъемные катушки *РУТ* и *РРТ* теряют питание. При этом *РУТ* отпускает свой якорь, так как ток в силовой цепи меньше тока уставки, а *РРТ* продолжает удерживать якорь и в притянутом состоянии магнитным потоком удерживающей катушки, питающейся от провода *25*. В следующий момент размыкается *РКМ1*, и якорь *СДРК* теряет питание.

Частота вращения вала якоря снижается, и он успевает дойти до позиции, на которой замыкается *РКП* и якорь *СДРК* теряет питание. Частота вращения вала якоря снижается, и он успевает дойти до позиции. На позиции замыкается *РКП* и якорь *СДРК* оказывается закороченным через блок-контакты *СР1 (10Н-10У)* и *РКПРК* фиксируется на 2-й позиции.

Реостатный контроллер будет стоять до тех пор, пока катушка *СР1* вновь не получит питание. Для этого необходимо главную рукоятку *КВ* установить в положение «Тормоз 1», что приводит к снятию питания со *2*-го и *25*-го проводов. В результате обесточатся катушки реле, удерживающая *РРТ*, *СР1*, *РВ1* и они отпустят свои якоря. Контакты реле *РРТ*, которые шунтировали *СР1*, разомкнутся, но *РК* во вращение не придет, так как *СР1* и *РВ1* не получают питания — провод *2* обесточен.

Для того чтобы перевести вал *РК* на следующую позицию, необходимо подать питание на провод *2* путем поставки главной рукоятки *КВ* в положение «Тормоз 1А». Тогда снова получит питание якорь *СДРК* по вышеизложенному описанию.

Такими передвижениями рукоятки *КВ* машинист ручным торможением сможет вывести все 18 позиций *РК*.

За позицией *3* реостатного контроллера блокировкой *РК1-2 (6Г-6Ю)* отключаются контакторы *КСБ1* и *КСБ2* и реле *РУП*. В результате этого отключаются силовые тиристорные ключи и электронная схема управления *ТРП*.

После отключения *КСБ1* и *ТР1* в цепи провода *2* включается их р. к. *(2Ж — 2А)*, после чего питание катушек реле *СР1* и *РВ1* будет осуществляться через эти блокировки. Кроме этого р. к. *КСБ1 (6В — 6М)* включается авторежимная катушка *РУТ*, вследствие этого уставка *РУТ* при груженом вагоне повышается до 310 А.

Положение контроллера машиниста «Тормоз 2». Особенность положения «Тормоз 2» заключается в том, что в отличие от положения *КВ* «Тормоз 1» и «Тормоз 1А» являются автоматическим торможением с непрерывным вращением *РК* под контролем *РУТ*.

Главную рукоятку *КВ* устанавливают в положение «Тормоз 2». От главного вала включается контактор *КВ1* и провода *8*, а контакторы *КВ: У2, 2, ЗЗГ, 20* проводов остаются включенными, контактор *КВ25* провода отключается.

При действии тиристорного регулирования возбуждения, как и при положении «Тормоз 1А», *РК* стоит на позиции *1*. После выхода генератора на работу с полным возбуждением подают питание на катушки *СР1* и *РВ1* через тиристор *ТТ1* блока согласования *ТРП* по той же цепи, что и на положение «Тормоз 1А». Необходимо обратить внимание на то, что на позиции *3 РК* блокировка *РК1-2(6Г-6Ю)* рвет цепь питания катушками контакторов ослабления возбуждения *КСБ1, КСБ2* и реле *РУП*, что приводит к их отключению. В результате этого в силовой схеме отключаются тиристорные ключи, а затем электронная схема управления *ТРП*. Блокировки контакторов *КСБ1* и *ТР1 (2Ж-2А)* создают цепь питания катушкам реле *СР1* и *РВ1*, а блокировка *КСБ1 (6В-6Ж)* включает авторежимную катушку. Далее по 16-ю позицию включительно в схеме цепей управления изменений не происходит. Переход *РК* с одной позиции на другую выполняют аналогично положению *КВ* «Ход 2», но под контролем *РУТ*. На позиции *17 РК* подается питание на катушку вентиля замещения № 1 по цепи: провод *10*, контактор *КВ* провода *8*, провод *8*, *П23*, катушка вентиля замещения № 1, блокировка *РК 17—18*, земля. В результате этого срабатывает вентиль замещения и происходит дотормаживание поезда пневматическим тормозом до полной остановки. На позиции *18 РК* блокировка *РК1-17* в цепи провода *2* рвет цепь питания катушками реле *СР1* и *РВ1*. Это приводит к остановке *РК* аналогично с позицией *18* («Ход 2»).

При набросе схемы на тормоз с позиции *1 РК* срабатывает вентиль замещения № 2. Питание на катушку последнего подается по цепи: провод *8, П23*, катушка вентиля № 2, контакты реле *РВ3, РТ2*, блокировки *ЛК4* и *РК1*, земля.

Контакты *РВ3* поставлены в эту цепь для того, чтобы вентиль № 2 не сработал за время, необходимое для возбуждения двигателей и достижения тока в силовой цепи до значения уставки *РТ2*.

Схема резервного управления. Ее применяют для восстановления управления движения поезда на тяговом режиме в случаях:

к. з. в цепях управления;

потери управления поездом из головной кабины;

несбора одного из положений схемы поезда.

Принцип действия схемы резервного управления основан на изменении направления подачи питания на катушки отдельных электроаппаратов схемы управления вагона.

Эти функции выполняют два электроаппарата: контроллер резервного управления *(КРУ)* и реле резервного управления *(РРУ)*. Первый подключает катушки аппаратов к земле с противоположной стороны схемы относительно нормального ее функционирования и подает питание на катушки *РРУ*, которая отсоединяет «Шину Р» от земли и подсоединяет проводом *10РЗ/Г* к батарее вагона.

Вспомогательная цепь высокого напряжения. Высоковольтная схема питается от токоприемника через демпферный резистор *Л20-Л21* (1,52 Ом) и автоматический выключатель *АВ-8А*.

Схема включает следующие цепи: освещение вагона и приборов кабины, мотор-компрессора, нулевое реле, подзаряда вагонных батарей и отопления кабины.

Цепь освещения вагона состоит из 29 ламп накаливания (60× ×65 Вт), трех предохранителей *П4* (10 А), *П8* (4,5 А), *П9* (8 А), главных контактов электромагнитного контактора освещения импульсного действия *МКИ-150Е-6*, добавочного замещающего резистора *ОП2-0*

(100 Ом). Освещение кабины осуществляют одной лампой 60×65 Вт.

Освещение вагона состоит из двух групп ламп. Первая является дежурной, так как цепь ее не заведена через контакты контактора освещения. Вторая управляется контактором освещения, так как ее цепь заведена через контакты контактора. Освещение первой группы загорается при включении *АВ*.

От групп освещения происходит заряд аккумуляторных батарей вагона по двум цепям: первая *ОП2—ОП4*; вторая *ОС1—К32*.

В цепь мотор-компрессора входят двигатель ДК-116, компрессор *ЭК-4А*, добавочный резистор *МКЗ-0* (30 Ом), контакты контактора мотор-компрессора *(КК)* *ДБ-928Б*, плавкий предохранитель *П2* (10 А). Включение мотор-компрессора осуществляют контактами электромагнитного контактора.

Цепь нулевого реле состоит из катушки нулевого реле *Р-3150*, добавочного резистора *НР-НР1*, плавкого предохранителя *П5* (4,5 А). К цепи нулевого реле параллельно подключена цепь высоковольтного вольтметра М4200 (1000 В) с добавочным резистором. Нулевое реле начинает работать при включении автоматического выключателя и наличии высокого напряжения.

Реле имеет три блокировочных контакта, включенных в низковольтные цепи: два из них *(11А-11Б)* и *(10АМ-РЗ)* — в вспомогательной цепи; один *(1Т-1П)* — в цепи управления.

Цепь подзаряда аккумуляторных батарей. В нее входят: батареи КН-80 или КН-55 (батарея состоит из восьми ящиков, в каждом из которых находится по семь элементов), главные контакты контактора заряда *КЗ-2* типа ДБ-928Е20, два добавочных резистора *ОС1—ОП6* (72 Ом) и *ОП6—ОП5* (39 Ом), два диода *В-10-8-10* с параллельно включенными резисторами *ОП2-Б9*, два высоковольтных плавких предохранителя *П6* (10 А) и *П11* (8 А). Подзаряд батарей осуществляют от схемы освещения вагона по двум цепям:

первая представляет нерегулируемый подзаряд, который питается от ламп освещения вагона через два последовательно включенных диода *ОП2—ОП3;*

вторая — регулируемый подзаряд, питающийся от провода *ОП-ОС1* через два последовательно включенных добавочных резистора и главные контакты контактора *К3-2*. Заряд происходит после включения автоматического выключателя и контактора заряда (при наличии высокого напряжения).

Цепь отопления кабины, в которую входят две параллельно включенные печи *ПТ8*, два выключателя отопления *ВУ1* и *ВУ4* типа *ВУ-222А-6*, плавкий предохранитель *П10* (4,5 А). Включение печей может производиться раздельно при помощи выключателей отопления.

Вспомогательные цепи низкого напряжения. Низковольтные цепи питаются от аккумуляторных батарей через плавкие предохранители батарей *П1* (35 А), *П29* (6 А), *П36* (25 А), а также выключатель батареи *ВБ, В11, ВБ1*.

Схема включает следующие цепи:

управления освещением вагона;
управления мотор-компрессором;
управления дверями и сигнальной лампой (дверей);
красных и белых фар;
аварийного освещения;
радиофикации;
звонковой сигнализации;
подзаряда вагонных батарей;
подзаряда аккумуляторных батарей *АРС* и автоведения.

Цепь управления освещением вагона состоит из двух катушек контактора освещения (*КО* «Включено» и *КО* «Отключено»), двух выключателей *ВУ-224А* *В4* «Освещение включено» и *В5* «Освещение отключено», а также плавкого предохранителя *П21* (10 А).

Управление работой освещения осуществляется от двух поездных проводов *27* и *28*. Включение освещения производят путем включения выключателя импульсного действия «Освещение включено».

При этом получает импульс питания включающая катушка *КО*, в связи с этим якорь освобождается от защелки и контактор отключается.

Плавкий предохранитель *П21*, кроме цепи управления освещения, защищает цепь зеленой лампы *РП*.

Цепь управления мотор-компрессором включает катушку контактора мотор-компрессора *(КК)*, контакты регулятора давления АК, выключатель «Компрессор» *В-1* типа *ВУ-2245*, два плавких предохранителя *П20* (10 А) и *П14* (6 А). Включение и выключение компрессора производят выключателем *В-1*.

При включенном выключателе «Компрессор» *В-1* включение и выключение мотор-компрессора осуществляют автоматически контактами регулятора давления в зависимости от давления в напорной магистрали.

Катушка контактора *(КК)* получает питание по цепи: провод *10*, *П20*, выключатель *В-1*, провод *23*, контакты *АК*, провод *22*, *П14*, катушка *(КК)*, земля.

Управление работой мотор-компрессора производят от двух поездных проводов *22* и *23*.

Провод *22* обеспечивает работу компрессоров всего поезда до тех пор, пока не отключатся линейные контакторы первого вагона, и включение мотор-компрессоров всего поезда, если включится *ЛК* на головном вагоне.

Цепь управления дверями и сигнальной лампой дверей связана с безопасностью и культурой обслуживания пассажиров, и во всех случаях неисправной работы дверей локомотивная бригада обязана принять оперативные меры по обеспечению их нормальной работы.

Схема управления дверями содержит: три вентильные катушки дверного воздухораспределителя *(ДВР)*; шесть диодов *В-10* с уравнивающими нагрузку резисторами; два выключателя «Закрытия дверей» *ВУ-2* и *ВУ-3* типа *ВУ224-Б*, включенных последовательно; один выключатель «Резервного закрытия дверей» *В10* типа *ВУ-224А;* три выключателя открытия дверей (два «Открытие левых дверей»; один *В-6* типа *ВУ-224А*, другой *КУ-12* типа КЕ-011) один «Открытие правых дверей» *КУ-7* типа КЕ-011; пять плавких предохранителей (*П22* «Управление дверями», *П19* «Правая дверь», *П18* «Левая дверь», *П17* «Закрытие дверей», *П2-А* «Резервное закрытие дверей»); кулачковый контактор реверсивного вала контроллера машиниста.

В цепь сигнальной лампы входят сигнальная лампа дверей, восемь дверных блокировок *БД*, кнопочный выключатель *КУ-11* типа *КЕ-011*.

Управление работой дверей осуществляют поездными проводами *12, 16, 31, 32* и сигнальной лампой *15*. Питание проводов дверей происходит от батарей по цепи: провод *10*, *П22*, провод *Д*, контактор *КВ*.

От контактора *КВ* получают питание провода *Д1* и *Д2*. От последнего питается «Плюсовая шина» дверей, от которой через соответствующие выключатели получают питание поездные провода, управляющие дверями.

Для закрывания дверей необходимо включить два выключателя *В2* и *В3*, при этом возбуждается катушка вентиля *ДВР (16Б-Б1-0)*, получая питание по цепи: «Плюсовая шина» *В-2*, *В-3*, провод *16*, *П17*, диод, вентильная катушка *ДВР*, дверные блокировки *БД*, замкнутые при открытых дверях, земля. При закрытии дверей дверные блокировки размыкаются и катушка вентиля *ДВР* теряет питание.

Для закрывания дверей от «Резервного выключателя дверей» необходимо дать импульс питания выключателем *В-10* (2—3 с). При этом одновременно получают питание вентильные катушки ДВР, «Правые» и «Левые» двери по цепи: «Плюсовая шина», *В-10*, провод *12*, *П2А*, две параллельные цепи с двумя последовательно включенными диодами, вентильные катушки ДВР, правые и левые двери, земля. Двери закрываются.

Открытие дверей производят выключателем импульсного действия *В-6* или *КЦ-12* «Левые двери» и *КУ-7* «Правые двери».

Вначале необходимо выключить любой из выключателей «Закрытие дверей» для того, чтобы снять напряжение с провода *16* (закрытие дверей), затем кратковременно включают один из выключателей *В-6*, *КУ-12* или *КУ-7*.

Для открытия левых дверей необходимо подать импульс питания выключателем *В-6* или *КУ-12* (2—3) с. При этом получает питание вентильная катушка ДВР, «Левые» двери по цепи: «Плюсовая шина», *В-6* или *КУ-12*, провод *31*, *П18*, катушка вентиля *ДВР*, «Левые двери», земля.

Правые двери открываются выключателем *КУ-7* от провода *32*.

Сигнализация о положении дверей в поезде осуществляется дверной лампой, которая при открытых дверях горит, а при закрытых — гаснет. Землю дверной лампе создают дверные блокировки, замкнутые при открытых дверях.

При этом лампа получает питание по цепи: провод *Д2*, диод, дверная лампа управляемого вагона, две параллельные цепи:

одна — контакты *БД* головного вагона, если они замкнуты;

вторая — провод *15А*, контакты *КУ-11* головного вагона, поездной провод *15*, контакты *КУ-11* других вагонов, контакты *БД*, земля.

В схеме предусмотрен кнопочный выключатель *КУ-11*, который служит для обнаружения неисправной дверной блокировки вагона (т. е. когда дверные створки вагона закрыты, а лампа горит). В этом случае при нажатии на *КУ-11* одна пара контактов *15-15А* отсоединяет цепь данного вагона от остальных; другая пара контактов *Д-15*, помимо реверсивного вала КВ, подает питание на дверную лампу по цепи: *П22*, *КУ-11*, лампа *БД*, земля. Загорание лампы (при закрытых дверях вагона) свидетельствует о неисправности какой-либо блокировки данного вагона.

Диод в цепи сигнальной лампы (в проводе *Д2*) служит для исключения подачи питания на провод *Д1* на вагоны без кабины управления .

Цепь красных и белых фар содержит два сигнальных фонаря, правый и левый с лампами (126×15 Вт), два плавких предохранителя *П12* (6 А) и *П25* (6 А), «Сигнал правый» и «Сигнал левый», контакты кулачкового контактора реверсивного вала *КВ*, замкнутого на положении *0* и «Назад».

Красные фары получают питание по цепи: провод *10*, предохранитель *П15*, провод *Ф*, кулачковый контактор *КВ*, провод *Ф1*, две параллельные цепи:

первая — *П26*, сигнальный фонарь правый, земля;

вторая — *П22*, сигнальный фонарь левый, земля.

Цепь белых фар состоит из двух прожекторов — правых и левых с лампами (36 В×40 Вт) и трех типа ФР-16 с лампами А24×60×40, плавкого предохранителя *П15* (6А), «Белых фар», контактов кулачкового контактора реверсивного вала *КВ*, включенного на положении «Вперед», переключателя прожекторов *ТВ1*. Белые фары получают питание по цепи: провод *10*, *П15*, провод *Ф*, контакты контактора *КВ*, переключатель прожекторов *ВУ-4*, далее в зависимости от положений *ВУ-4* подается питание на одну из двух цепей:

первая — провод диаметром 7 мм, две последовательно включенные лампы прожектора (правого и левого), земля;

вторая — провод диаметром 9 мм, три последовательно включенные лампы прожектора, земля.

Первую цепь используют как ближний свет; вторую — как дальний.

Цепь аварийного освещения содержит девять ламп аварийного освещения (25×26 Вт), включенных в три параллельные группы (в каждой по три последовательно включенные лампы); размыкающий контакт нулевого реле *(НР)*, два плавких предохранителя *П25* (общий) и *П13* (аварийное освещение); два выключателя *ВУ2* «Выключатель аварийного освещения», *ВУ-222А-5* и *ВУ-3* «Выключатель освещения кабины», (типа *ВУ-226*).

Управление аварийным освещением происходит от поездного провода *11*. Питание на лампы подается при замыкании размыкающих контактов реле *НР (11А—11Б)*. Это происходит при отсутствии высокого напряжения во вспомогательной цепи или перегорании предохранителя *П5* «Нулевое реле». При этом лампы получают питание по цепи: провод *10*, *П25*, *ВУ-2*, провод *11*, *П13*, размыкающий контакт НР лампы, земля. При включении выключателя *ВУ-3* загорается одна лампа в кабине машиниста и две в вагоне независимо от наличия высокого напряжения. Схема собирается от провода *10*, *П21*, *ВУ-3*, лампы, земля.

Цепь радиофикации включает радиостанцию, усилитель, радиоинформатор, пульт управления радиовещанием, микрофон, микрофонную трубку, динамики, плавкий предохранитель «Радио», *П4А (6А)*, выключатель «Радиофикации» *(ВР)* типа *ВУ-222*. Управление работой радиофикации производят от двух поездных проводов *13* и *2С*. Радиостанция обеспечивает связь поездной бригады с диспетчером движения. Радиооповещание пассажиров происходит либо автоматически с помощью радиоинформатора, либо при помощи микрофона. Питание к цепям радиофикации подается от провода *10*, *П4А*, *ВР*.

Цепь звонковой сигнализации содержит звонок *ЗП-60*, плавкий предохранитель *П34*, резистор (3 кОм) и два диода *В-10*.

Звонковая сигнализация выполняет три функции:

передает сигнал для приема управления поездом при маневровой работе;

обеспечивает подачу сигнала машинисту в случае снятия напряжения на контактной сети;

подает сигнал за 5 с до отправления поезда.

Питание на звонок получают для вариантов:

первого — от провода *10* через предохранитель *П21*, выключатель «Освещение отключено» *В-5*, провод *28*, диод, предохранитель *П34*, звонок, землю;

второго — от провода *10* через предохранитель *П25* и выключатель аварийного освещения *ВУ-2*, *1*-й провод, предохранитель *П19*, р. к. нулевого реле, диод *В-10*, предохранитель *П34*, звонок, землю.

Цепь подзаряда аккумуляторных батарей включает: батарею *КН-55* или *КН-80* (75 В±10 %), выключатель батарей *ВБ*, плавкий предохранитель *П1* (35 А) «Батарея», катушку и р. к. реле заряда *(РЗ)* типа РЭВ-812, катушку и з. к. промежуточного реле времени *(ПРВ)* типа РЭФ-811, катушку и замыкающий блок-контакт контактора заряда *КЗ-2* типа ДБ-928Е-20, замыкающий контакт нулевого реле, з. к. типа Р-3150, добавочный *10ЕМ-0* и регулируемый *10Д-10Ф-0* резисторы.

При помощи действий вышеперечисленных аппаратов достигается регулируемый подзаряд аккумуляторных батарей. Схема работает следующим образом.

При понижении напряжения батареи до 73—75 В магнитный поток катушки реле *РЗ* не в состоянии удержать якорь, и он отпадает. При этом замыкаются контакты реле заряда *РЗ-10БМ,* в результате чего катушка реле *ПРВ* получает питание по цепи: провод *10 АМ,* замыкающий *НР,* размыкающий контакт РЗ РЗ-10БМ, катушка реле *ПРВ, ТС,* земля. Реле ПРВ включается и замыкает замыкающий контакт *10РМ-10ГМ,* чем создает цепь питания катушки контактора заряда *КЗ-2,* и он включается. При этом главный контакт *КЗ-2 (ОП5-ОП6)* создает в высоковольтной схеме цепь подзаряда аккумуляторных батарей. Кроме того, включается з. к. *КЗ 10К-0,* шунтируя резистор (7500 Ом) в цепи катушки реле *РЗ.*

При повышении напряжения батареи до 83—85 В магнитный поток катушки *РЗ* притягивает якорь. При этом размыкается контакт реле *РЗ (РЗ-10БМ)* и катушка *ПРВ* теряет питание. Реле *ПРВ* отключается с выдержкой по времени 0,5—0,7 с, размыкая контакты *10РМ—10ГМ.* При этом катушка *К32* теряет питание. Отключение главных контактов *КЗ-2* прекращает подзаряд батареи, кроме того, отключается з. к. *КЗ-2,* вводя в цепь катушки *РЗ* резистор 750 Ом. Таким образом, магнитный поток *РЗ* будет удерживать якорь в притянутом состоянии до тех пор, пока напряжение батарей не снизится до 73—75 В. Как только оно достигнет указанного значения, якорь *РЗ* отпадает и процесс включения аппаратов и блок-контактов повторится в последовательности, изложенной выше.

Резисторы в цепи катушки *РЗ* регулируемые, с их помощью создается перепад напряжений включения и отключения *РЗ.* Регулирование *РЗ* на включение производят резистором 1500 Ом, а на отключение — 750 Ом.

Выдержка времени реле *ПРВ* при отпадании предусмотрена для четкого включения реле *РЗ* при напряжении батарей 83—85 В (чем исключается звонковая работа *КЗ-2* и *РЗ*).

Цепь подзаряда аккумуляторных батарей *АРС* включает: батарею КН-55 (12 В), выключатель батареи *ВУ-АРС* типа *ВУ-222,* два плавких предохранителя *П30* (10 А) «Батарея АРС» и *П32* (15 А) «АРС 75 В», два последовательно включенных диода *14П-14Щ* типа В10.

Подзаряд батареи *АРС* осуществляют от напряжения батарей вагона по цепи: провод *10, П32 (10—14Г), ВУ-АРС,* диоды с *ТС, П30,* батарея, земля.

Питание устройств *АРС* производят напряжением 70 В через штепсельные разъемы *1—2 (ШР), 1—7 (ШР)* и напряжением 12 В через штепсельный разъем *1—9 (ШР).*

Цепь подзаряда аккумуляторных батарей автоведения имеет батарею *КН-55,* катушку контактора подзаряда *КДП-121* и два его контакта, а также плавкий предохранитель батарей автоведения на 25 А. Подзаряд батарей производят от батарей вагона по цепи: +провод *10,* предохранитель «Батарей автоведения» (25 А), контакт контактора подзаряда *КП,* элементы батареи, второй контакт контактора, земля. Питание устройств автоведения осуществляют от преобразователя напряжений 24, 12, 6 В.

Работа вспомогательных цепей от схемы резервного управления. Кроме возможности управления движением поезда от схемы резервного управления, от нее также можно управлять работой отдельных вспомогательных цепей, а именно: работой мотор-компрессоров, дверями поезда, белыми фарами.

Работа дверей от *КРУ* происходит следующим образом. Приводы дверей получают питание, минуя контактор реверсивного вала *КВ,* по следующей цепи: провод *10,* предохранитель *П22,* провод *Д,* провод *ДР,* контакт *КРУ,* провод *ДР1,* провод *Д1,* плюсовая шина дверей, выключатели дверей, катушки *ДВР.* Питание от «Шины дверей» на катушку *ДВР* поступают по тем же цепям, что и при нормальной работе схемы.

При работе мотор-компрессоров с резервным управлением следует отметить особенность, которая заключается в том, что цепь питания контактора мотор-компрессора не заведена через регулятор давления, поэтому работа мотор-компрессора контролируется машинистом по показанию манометра.

Для включения мотор-компрессора необходимо включить кнопочный выключатель «Резервный пуск мотор-компрессор» *КУ-11,* при этом подается питание на катушку контактора мотор-компрессор *КК* по следующей цепи: +батареи, выключатель *ВБ1,* предохранитель *П36,* диод, катушка *КК,* земля. Контактор включается. От высоковольтной вспомогательной цепи начинает работать мотор-компрессор. По мере необходимости машинист вручную кнопкой КУ регулирует давление в напорной магистрали.

Белые фары получают питание по цепи: +провод *10,* предохранитель *П15,* провод *Ф,* провод *ФР1,* контакты *КРУ,* провод *Фп,* переключатель фар *ВУ-14* и далее, в зависимости от положения *ВУ-14,* питание подается либо на провод *Ф7,* два прожектора и ближний свет «земля», либо на провод *Ф9,* три прожектора «дальний свет», земля.

Защита силовой цепи, цепи управления и вспомогательной. Защиту силовой цепи осуществляют на тяговом режиме:

от токов к. з. с помощью главного предохранителя П;

от перегрузок и токов к. з. с помощью реле перегрузок *РПЛ, РП1-3; РП2-4;*

при исчезновении высокого напряжения или его понижении выше допустимого значения нулевым реле (НР).

Кроме этого, защита силовой цепи обеспечивается быстродействующим автоматом тяговой подстанции на тормозном режиме:

от перегрузок и к. з. с помощью реле перегрузок *РП1-3* и *РП2-4;*

от перебросов на корпус двигателя с помощью реле заземления *РЗ1* и тиристорной защиты *Т7* и *Т8.*

Защиту цепей управления выполняют плавкими предохранителями низкого напряжения *ПР-2,* расположенными в ящике.

Защиту вспомогательных цепей производят:

высоковольтной — с помощью автоматического выключателя АВ-8А-3 и высоковольтными плавкими предохранителями, расположенными в блоке предохранителей;

низковольтной — плавкими предохранителями низкого напряжения *ПР-2,* размещенными в ящике ГЩ-6Б.

§ 18. Электрические схемы электрооборудования вагонов 81-714, 81-717

Электрическая схема и конструкции аппаратов вагонов 81-714, 81-717 максимально унифицированы, их отличие состоит в том, что на головном вагоне 81-717 имеются аппараты дистанционного управления поездом, стыкования с аппаратурой автоведения, *АРС* и резервного управления.

На промежуточном вагоне 81-714, в отличие от головного расположена аппаратура управления при маневровых передвижениях.

Работа силовой схемы в тяговом режиме (рис. 122). Схема изображена в положении, соответствующем первой позиции реостатного контроллера. Последовательное соединение (*ПС*) переключателя положений соответствует положению «Вперед» реверсора.

При постановке рукоятки контроллера машиниста в положение *1*

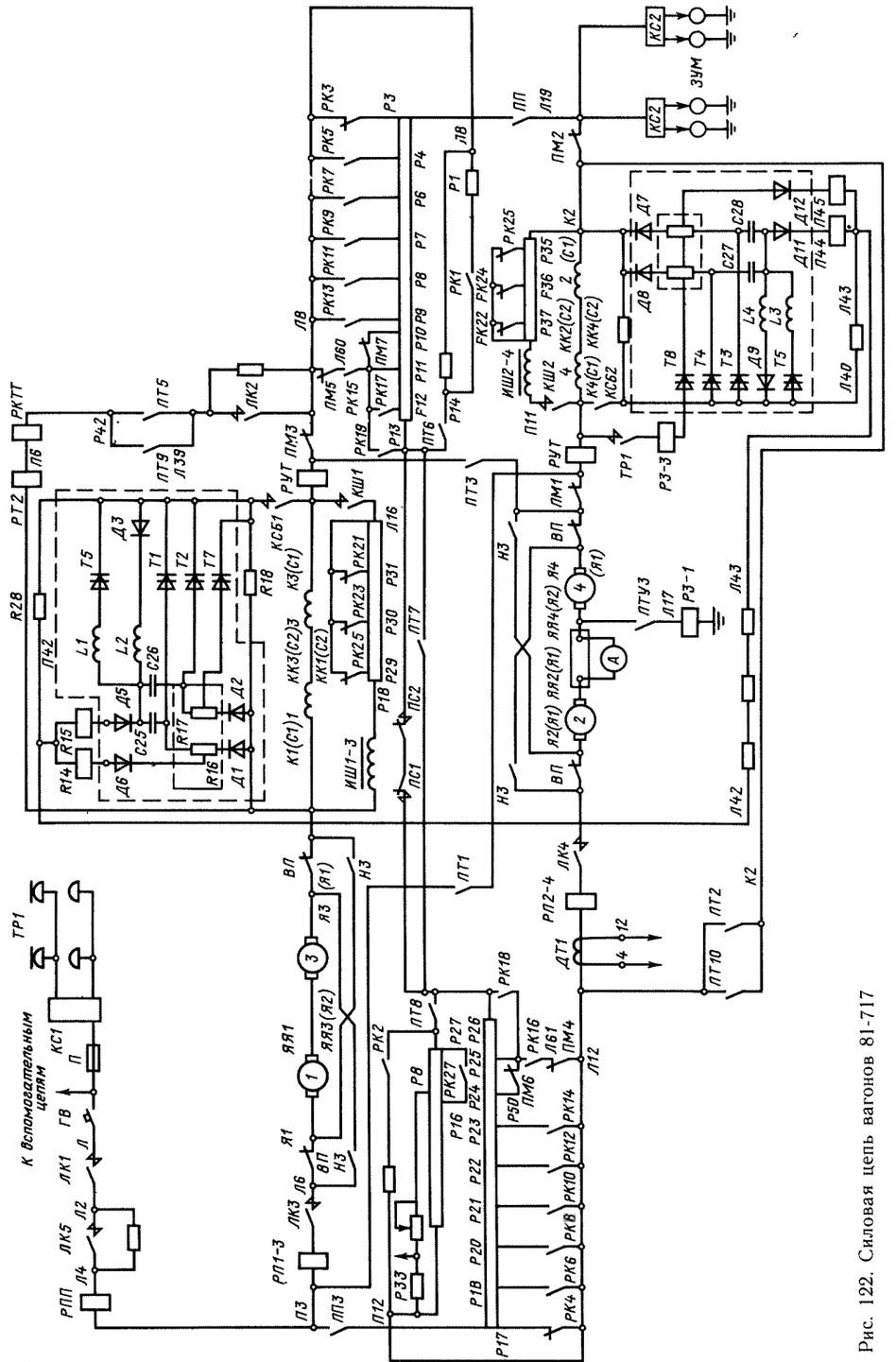


Рис. 122. Силовая цепь вагонов 81-717

Таблица 9

Позиции контроллера	РК1	РК2	РК3	РК4	РК5	РК6	РК7	РК8	РК9	РК10	РК11	РК12	РК13	РК14	РК15	РК16	РК17	РК18	РК19	РК20	РК21	РК22	РК23	РК24	РК25	РК26	РК27
	Контакторы реостатного контроллера																										
1			×	×																	×	×	×	×	×	×	
2			×	×																	×	×	×	×	×	×	
3			×	×													×				×	×	×	×			
4			×	×													×	×			×	×					
5			×	×													×	×	×								
6			×	×	×												×	×	×								
7				×	×	×											×	×	×								
8					×	×		×									×	×	×								
9					×	×	×	×									×	×	×								
10							×	×	×								×	×	×								
11								×	×	×							×	×	×								
12										×		×					×	×	×								
13										×	×						×	×	×								
14											×	×	×				×	×	×								
15												×	×	×			×	×	×								
16		×											×	×	×	×	×	×	×								
17	×	×											×	×	×	×	×	×	×								
18	×	×											×	×	×	×	×	×	×								

происходит включение линейных контакторов *ЛК1, ЛК2, ЛК3, ЛК4, ЛК5*. При этом получается последовательное соединение тяговых двигателей при полностью введенных пусковых резисторах. На этой же позиции включаются контакторы *КШ1* и *КШ2* и возбуждение тяговых двигателей ослаблено до 28%. Это положение — маневровая позиция.

При постановке контроллера машиниста в положение *2* реостатный контроллер приводится в движение, контакторы *КШ1* и *КШ2* размыкаются. После этого начинается реостатный пуск при полном возбуждении, при этом замыкаются контакторные элементы в последовательности, указанной в табл. 9.

На позициях реостатного контроллера *17* и *18* замкнуты контакторные элементы *РК15, РК16, РК17* и *РК19*, т. е. все пускотормозные резисторы введены.

После остановки реостатного контроллера на позиции *18* наступает переход с последовательного соединения тяговых двигателей на параллельное. Он производится по схеме моста и осуществляется с помощью переключателя последовательно-параллельного соединения группового переключателя положений (*ПП*). При повороте переключателя сначала замыкаются контакторные элементы *ПП2* и *ПП3*, подключающие резисторы *Р3-Р9* и *Р17-Р23* параллельно группам тяговых двигателей *1-3* и *2-4*. После этого размыкаются мостовые контакторные элементы *ПС1* и *ПС2*, и тяговые двигатели соединяются параллельно, при этом пускотормозные резисторы введены. После переключения *ПП* происходит движение реостатного контроллера в обратном направлении, что приводит к замыканию контакторных элементов в реостатном контроллере (*РК*) в обратной последовательности. Выведение секций резисторов из цепей групп двигателей происходит поочередно, что способствует смягчению толчков тягового усилия при переходе с одной позиции на другую.

В режиме пуска реле ускорения реагирует на сумму токов в обеих группах тяговых двигателей, так как оно имеет две силовые катушки, включенные в цепь двигателей *1-3* и *2-4*.

При положении рукоятки контроллера машиниста (*КВ*) «Ход 2» вал реостатного контроллера приходит на позицию *5 (32)* и останавливается.

Позиция *5 (32)* является ходовой при последовательно-параллельном соединении тяговых двигателей и полном возбуждении. Ей необходимо пользоваться при езде на затяжных подъемах.

При переводе «Рукоятки контроллера» машиниста в положение *3* включаются контакторы *КШ1* и *КШ2*, реостатный контроллер *(РК)* продолжает вращаться до позиции *36*, изменяя ступени ослабления возбуждения тяговых двигателей до 70; 50; 37; 28 %. Вращение РК прекращается на позиции *36*. Степень ослабления возбуждения 28% определится суммарным сопротивлением индуктивного шунта и невыводимых ступеней резистора ослабления возбуждения.

При переводе рукоятки контроллера машиниста с ходовой позиции *3* на нулевую отключение тяговых двигателей наступает с выдержкой времени, в течение которого происходит введение реостата в цепь двигателей.

Последнее способствует смягчению толчка, ограничению тока в якорях и в коммутационной аппаратуре при сбросе. Введение резисторов при сбросе происходит с помощью контактора *ЛК5*, который отключается первым, вводя при этом в цепь двигателей резистор *Л2-Л4*. Выключение контакторов *ЛК1-ЛК3-ЛК4* происходит с выдержкой времени.

После отключения линейных контакторов реостатный контроллер по кратчайшему пути возвращается на первую позицию. Тормозной переключатель положения переходит в положение *ПТ*, а переключатель последовательно-параллельного соединения — в *ПС*.

Работа силовой схемы в тормозном режиме. На тормозных позициях контакторные элементы *ПТ1, ПТ2, ПТ3; ПТ5; ПТ7; ПТ8; ПТ9; ПТ10; ПС3; ПС4, ПС1, ПС2* — замкнуты, а контакторные элементы *ПМ1; ПМ2; ПМ3; ПМ4; ПМ5; ПМ6, ПМ7, ПП2, ПП3* разомкнуты соответственно тормозному положению *ПТ* тормозного переключателя и положению *ПС* переключателя параллельно-последовательного соединения.

При установке контроллера машиниста на тормозные позиции включаются линейные контакторы *ЛК3; ЛК4, ЛК5; ЛК2*. При этом реостатный контроллер находится в положении *1*. Электродвигатели соединены последовательно-параллельно, ток якорей электродвигателей *1* и *2* возбуждает обмотки электродвигателей *2* и *4*, а ток электродвигателей *2* и *4* — обмотки тяговых двигателей *1* и *3*. Контакторы *КСБ1* и *КСБ2* замкнуты, основные тиристоры *Т1, Т2, Т3, Т4* закрыты, в результате чего происходит самовозбуждение электродвигателей с полным возбуждением. При этом на вспомогательные тиристоры подаются управляющие импульсы и коммутирующие конденсаторы заряжаются от делителя напряжения *Л40-Л43-Л42-Л39*. В момент нарастания тока якоря до заданного значения начинается импульсная работа тиристорных ключей. В режиме импульсного регулирования возбуждения электродвигателей предусмотрены следующие уставки тока якорей на позиции *1* контроллера машиниста 160—180 А, на позициях *1А, 2*—250—260 А (порожний режим) и 350—370 А — (груженый).

Заданные уставки соответствуют среднему току якоря в диапазоне регулирования возбуждения. Устройство автоматического регулирования блока управления *БУ-13* регулирует ток якоря относительно среднего значения примерно +40 А в начале регулирования и до —40 А в конце. Переход с низкой уставки на более высокую и наоборот осуществляют плавно. По окончании процесса регулирования возбуждения электродвигателей, т. е. после выхода на характеристику полного возбуждения, на

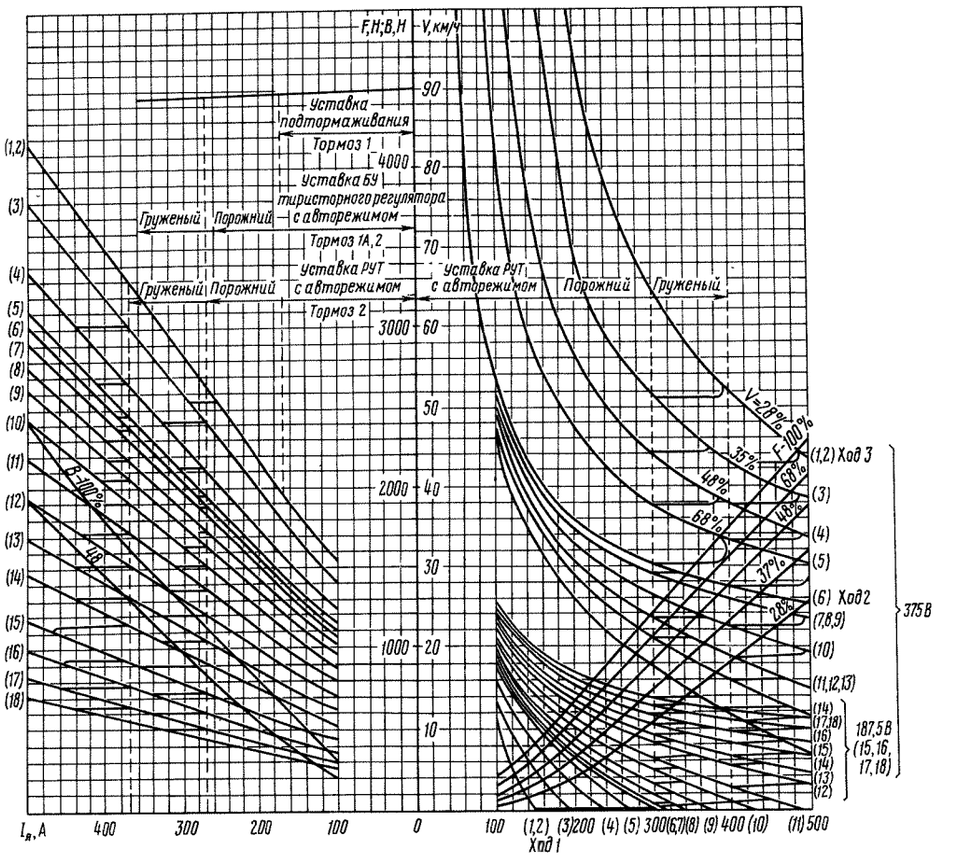


Рис. 123. Пускотормозная диаграмма вагона Е

позицию *2* вал реостатного контроллера уходит с позиции *1* и контакторы *КСБ1, КСБ2* размыкаются. Затем происходит выведение ступеней тормозного реостата под контролем токового реле *РУТ* в соответствии с таблицей замыкания контакторных элементов реостатного контроллера и пускотормозной диаграммой (рис. 123). Если торможение начинают со скорости ниже 60—65 км/ч, то вращение вала реостатного контроллера разрешается после выдержки времени около 0,8 с. Позиции *1* и *1А* используют при подтормаживании на спусках, ручном торможении, когда в зависимости от скорости движения необходимо изменять уставку тормозного тока. Позиция *2* предназначена для автоматического служебного торможения. Перед разбором тормозной системы размыкается контактор *ЛК2*, в цепь вводят добавочный резистор, что сглаживает толчки при отключении тормозной цепи.

Электрическое торможение осуществляют до скорости около 8 км/ч. Дотормаживание до полной остановки производят пневматическим тормозом. При невозбуждении тяговых двигателей или несборе схемы торможения блок-контактами реле *РТ2, РВ1* и *РВ3* включают пневматическое торможение вентилем № 2. Кривые автоматического торможения приведены на рис. 124 в зависимости от уклона *i* и скорости движения *v*.

Защита силовой цепи от к. з. Она осуществляется главным предохранителем *П* от перегрузок и к. з.—

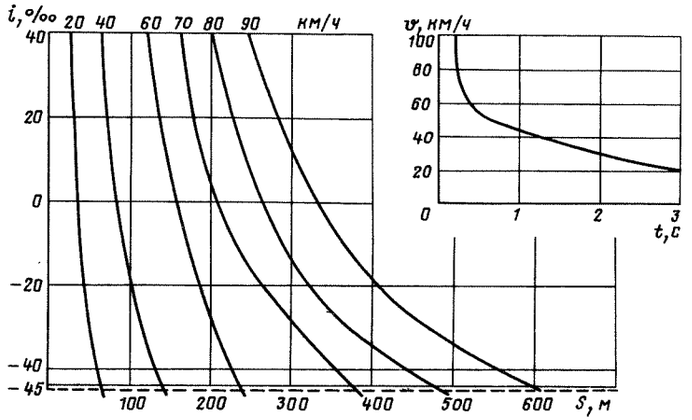


Рис. 124. Кривые тормозных путей S и времени торможения t в зависимости от скорости движения v при автоматическом электрическом торможении

с помощью реле перегрузки *РПЛ*, *РП1-3*, *РП2-4*, а от перебросов на корпус двигателя — заземляющим реле *РЗ-1* и тиристорной защитой с реле *РЗ-3*, шунтирующей обмотки возбуждения электродвигателей при неисправностях в тормозном контуре.

При срабатывании реле перегрузки, реле заземления *РЗ-1* и *РЗ-3* силовая цепь размыкается контакторами *ЛК1, ЛК3, ЛК4*. Реле заземления *РЗ-1* включается только на тормозном режиме и срабатывает при аварийном заземлении любой точки схемы. Тиристорная защита включается также на тормозном режиме и срабатывает при неисправностях в схеме вагона, а именно: при превышении током якорей электродвигателей уровня 460 А. Тиристоры защиты управляются от устройства (формирователя импульсов тиристора защиты), получающего питание от ступени *Л9-Л12* тормозного реостата. При срабатывании тиристоров защиты включается реле заземления *РЗ-3*, которое отключает линейные контакторы *ЛК3-ЛК4*. Электрическое торможение заменяется пневматическим от вентиля № 2 прибора замещения.

Схема цепей управления (рис. 125). Возврат реостатного контроллера на первую позицию. Управление движением *РК* происходит с помощью реле *СР1* и *РВ1*.

При переводе рукоятки контроллера машиниста с ходовых или тормозных позиций на нулевую возвращение вала *РК* осуществляется через блок-контакты реле *СР1* и *РВ1* и блок-контакты *ЛК3, РК2-18* и *ЛК4* по цепи *10А-2Е*. По этой цепи после отключения силовой схемы включается реле времени *РВ1* и стоп-реле *СР1*, получает питание от провода *10* обмотка возбуждения *СДРК*, а через блок-контакты стоп-реле *СР1*, реле *РРТ* и *РУТ* и контакты *РКМ* — якорь *СДРК*.

Возврат *РК* на позицию *1* выполняется по кратчайшему пути, т. е. если вал реостатного контроллера находился между 1-й и 10-й позициями, то вращение его к позиции *1* осуществляется в обратном направлении. Если вал реостатного контроллера находится между позициями *11* и *18*, то вращение его к позиции *1* происходит в прямом направлении. Для этой цели катушка реле реверсировки *(РР)* обмотки независимого возбуждения получает питание через блокировку *РК11-18* реостатного контроллера и *ЛК1*. После остановки поезда электроторможением и при сбросе в нулевое положение рукоятка контроллера машиниста *РК* возвращается с позиции *18* непосредственно на 1-ю. Таким образом время подготовки к последующему сбору схемы сокращено. После поворота вала *РК* на позицию *1* цепь возврата разрывается блок-контактом *РК2-18*, реле *СР1* и *РВ1* выключаются, при этом замыкающим блок-кон-

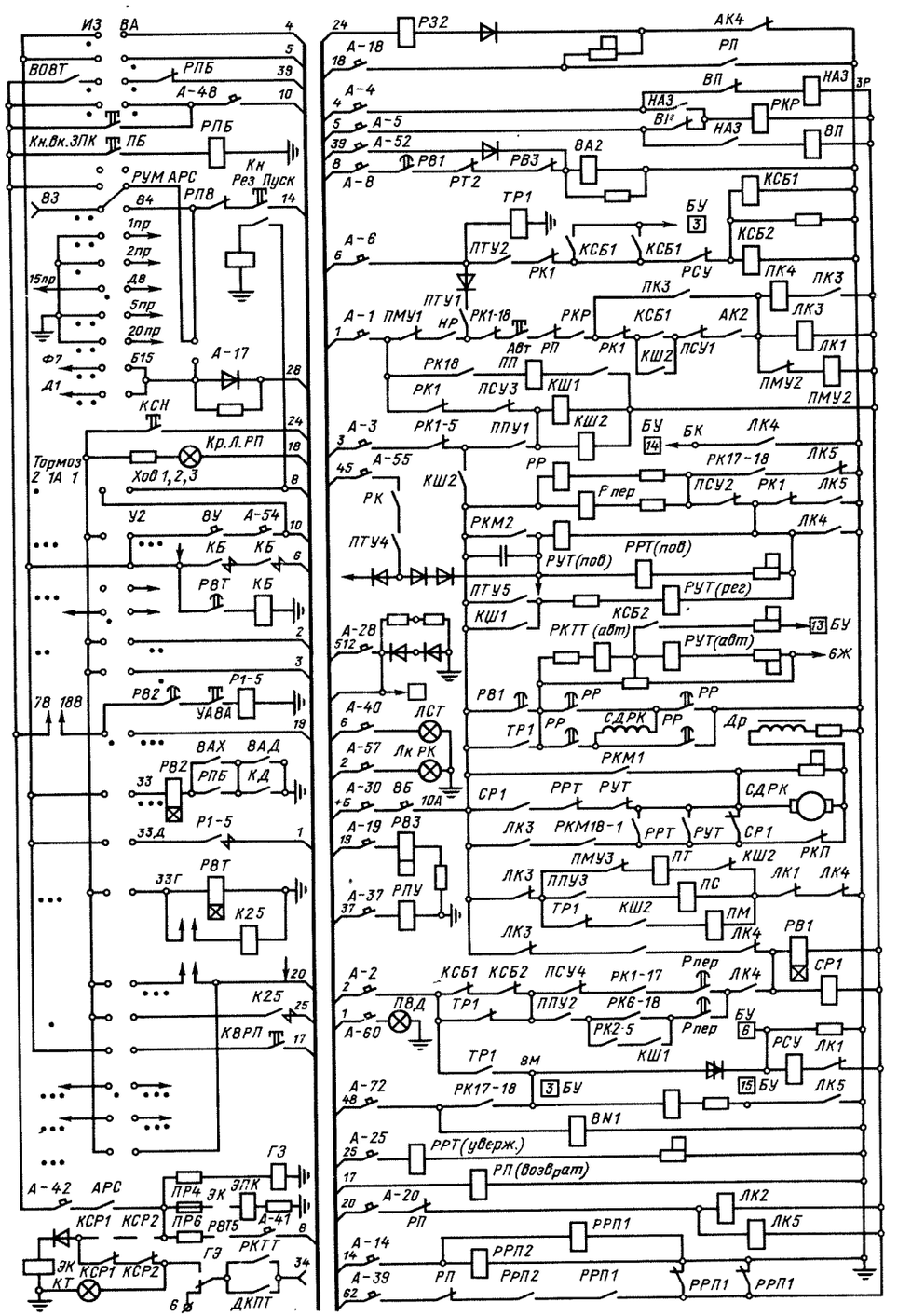


Рис. 125. Принципиальная схема цепей управления вагона 81-717

тактом реле *СР1* разрывается цепь питания якоря *СДРК*, а размыкающим блок-контактом реле *СР1* якорь шунтируется накоротко. Напряжение с обмотки возбуждения *СДРК* снимается с выдержкой времени блок-контактом реле *РВ1*. Для обеспечения надежного торможения реле *РР* выполнено с выдержкой времени. После выключения схемы управления *РК* автоматически возвращается на позицию *1*.

Возврат переключателя положений. При постановке на нуль рукоятки контроллера машиниста переключатели тормозной и последовательно-параллельного соединения, входящие в переключатель положений, автоматически устанавливаются в положение, соответствующее подготовке к тормозным режимам *ПТ* и *ПС*. Это переключение осуществляют только после отключения силовых контакторов, что обеспечивает поворот в обесточенном состоянии. Управление приводом в процессе возврата происходит с помощью катушек *ПТ* и *ПС* приводов и блок-контактов *КШ2, ЛК3, ЛК4* блокировок *ПМУЗ, ППУЗ*, которые обеспечивают доведение валов переключателей до фиксированного положения и отключения питания на этих положениях с катушек вентилей.

Маневровая позиция. При установке рукоятки контроллера машиниста на позицию «Ход 1» подают напряжение на провода *5* или *4, 20* и *1*. При этом возбуждается одна из катушек вентилей реверсора (в случае, если реверсор находится в положении, не соответствующем реверсивной рукоятке) и он поворачивается в заданное положение. После его фиксации в этом положении происходит включение реле контроля реверсора *РКР*, которое контролирует работу реверсора, и только после этого происходит сбор схемы. При этом реостатный контроллер находится в положении *1*.

От первого провода в цепи блок-контактов *РК1* и *ПСУЗ* включаются контакторы *КШ1* и *КШ2*, готовя включение цепей ослабления возбуждения 28%. После включения *КШ1* и *КШ2* тормозной переключатель из положения *ПТ* переключается в *ПМ*, так как от провода *10А* через блок-контакты *ЛК3, КШ2* и *ЛК4* получает питание катушка вентиля тормозного переключателя *ПМ*. После переключения *ТП* в положение *ПМ* по цепи первого провода включаются контакторы *ЛК1, ЛК3* и *ЛК4* после установки рукоятки контроллера машиниста на «Ход 1» — контакторы *ЛК2* и *ЛК5*. Их срабатывание контролируют блокировкой *ЛК2 (1Л-1Ж)* в цепи сбора схемы. Замыкание контактора *ЛК4* показывает, что схема сработала нормально. Машинист узнает об этом с помощью потухшей сигнальной красной лампочки *(У2-18)*, которая зажигается при включении рукоятки контроллера и потухает при замыкании *ЛК4* (т. е. после полного сбора схемы). Если красная сигнальная лампа не погасла, это свидетельствует о том, что на каком-либо из вагонов схема не сработала.

В положении *1* контроллера машиниста на ходовых позициях силовая схема собрана на маневровый режим при полностью введенных пусковых резисторах. При этом происходит ослабление возбуждения тяговых двигателей до 28%. Поэтому трогание с места и движение происходят с пониженным вращающим моментом.

Ходовой режим. При установке контроллера машиниста на вторую ходовую позицию подается питание на провод *2* и через размыкающие блокировки контакторов *КСБ1* и *КСБ2*, переключателя *ПСУ4*, реостатного контроллера *РК1-17 (2Б-2Т)*, размыкающую блокировку реле перехода $P_{пер}$ *(2Т2Г)*, замыкающую блокировку контактора *ЛК4* на реле *РВ1* и *СР1*.

При возбуждении реле *РВ1* подается питание на двигатель *СДРК* реостатного контроллера, пуск тяговых двигателей происходит за счет выведения ступеней пусковых резисторов

под контролем реле ускорения согласно таблице замыканий реле и пуско-тормозной диаграмме (см. рис. 123).

Движение реостатного контроллера происходит под контролем реле *СР1, РВ1, РУТ*. По цепи *2—2Ж—2Щ—2А—2Б—2Т—2Г—2Е* получают питание подъемные катушки реле *СР1, РВ1*, от провода *10А* через блок-контакты *РВ1* и *РР* (реле реверсировки) по цепи *+Б—В11—10А—10Б—10Г—10В—0* получает питание обмотка независимого возбуждения *СДРК*, а по цепи *+Б—Б11—10А—1010—10М—10Н—10Т—10Е* — якорь электродвигателя *СДРК*.

Между позициями питание якоря поддерживается через кулачковый элемент реостатного контроллера *10А—10Н (РКМ1)*, а на позициях якорь *СДРК* шунтируется накоротко по цепи *10Н—10У—10Т* и останавливается под действием электрического тормоза, если реле *РУТ* сработало.

Движение реостатного контроллера при пуске осуществляется под контролем *РУТ*. На позиции *18* кулачковые элементы реостатного контроллера *РК1-17 (2Б-2Т)* разрывают цепь питания подъемных катушек реле *СР1* и *РВ1*, через блок-контакты которых отключаются обмотки возбуждения и якорь *СДРК*. На позиции *18 СДРК* останавливается. При работе на последовательном соединении тяговых двигателей обмотка реверсивного реле *РР* вместе с обмоткой реле перехода $P_{пер}$ получает питание от провода *10А* через блокировку переключателя *ПСУ2 (1Н-10А)* и блокировки контакторов *ЛК4, ЛК5, РК1*.

На позиции *18 РК* происходит переход с последовательного соединения двигателей на параллельное. Переход производят поворотом переключателя последовательно-параллельного соединения с позиции *ПС* на *ПП*. Катушка вентиля *ПП* при этом получает питание от провода *2А* по цепи блокировок *РК18 (2А-3Б)* и *ЛК1 (3В-3Р)*. Кулачковым элементом переключателя *ПСУ2 (1Н-1ОХ)* разрывается цепь катушки реверсивного реле *РР* и реле перехода $P_{пер}$, а от провода *2* по истечению выдержки времени по цепи *2—2Ж—2А—2В—2У—2Г—2Е* возбуждаются вновь подъемные катушки реле *СР1* и *РВ1*. Блок-контактами реле *РР (10Б-10В), (10Г-0), (10В-0)* и *(10Б-10Г)* происходит реверсирование обмотки возбуждения *СДРК* и блок-контактами реле *РВ1 (10А-10Б)* подключение ее к питающей сети.

После этого вал *РК* начинает вращаться в обратном направлении. На позиции *5* вал реостатного контроллера останавливается. На позиции *5 (32)* последнего движение происходит на автоматической характеристике с полным возбуждением. Этим режимом пользуются при езде на затяжных подъемах.

При постановке рукоятки контроллера машиниста в положение «Ход 3» по поездному проводу *3* через блок-контакты *РК1-5 (3А-1М)* и *ППУ-1 (1М-1Р)* вновь включаются контакторы шунтировки возбуждения *КШ1* и *КШ2*. Через блок-контакты контактора *КШ1 (2Р-2У)* и *РК2-5 (2Р-2В)* вновь получают питание реле *РВ1* и *СР1*, обеспечивающие вращение вала *РК* с позиции *5 (32)*. На позиции *1 (36)* питание реле *РВ1* и *СР1* обрывается и вал *РК* останавливается.

На позициях *РК* с *5* по *1* происходит ослабление возбуждения тяговых двигателей в четыре ступени. На позиции *1 (36)* движение происходит по автоматической характеристике с ослаблением возбуждения до 28%.

Отключение тяговых двигателей от сети при постановке контроллера машиниста в нулевое положение происходит с выдержкой по времени, обеспечивающей введение резистора при отключении контактора *ЛК5* для смягчения толчка. Для этого напряжение с провода *1* снимается с выдержкой времени (через реле *РВ2*), обеспечивая задержку отключения основных линейных контакторов *ЛК1, ЛК3, ЛК4*.

Тормозной режим. Позиции контроллера машиниста *1* и *1А* служат для регулирования тормозного эффекта путем изменения уставки по току в области импульсного регулирования возбуждения и выведения при переводе с позиции *1* на *1А* рукоятки контроллера машиниста по одной ступени тормозного реостата в зоне регулирования реостатным контроллером, а позиция *2* необходима для включения автоматического торможения.

Торможение при максимальной скорости состава от 90 до 60—65 км/ч происходит методом импульсного регулирования возбуждения, при этом реостатный контроллер остается неподвижным на позиции *1*. По мере снижения скорости до 60 км/ч, а также в случаях, когда торможение начинается с малых скоростей (менее 60 км/ч), блок управления *(БУ)* дает команду на вращение *РК*. Затем накладывается пневматическое торможение, которое доводит поезд до полной остановки.

Работа тиристорного ключа. Работу тиристорного ключа рассмотрим, пользуясь рис. 126. В начальный момент торможения главные тиристоры *Т1* и *Т2* (пример для тиристорного ключа первой группы генераторов) закрыты (возбуждение полное). На вспомогательный тиристор *Т5* подают управляющие импульсы. При этом по цепи *Д6—R1—R2* конденсатор *(С25, С26)* заряжается от делителя напряжений *Л40—Л43—Л42—Л39* до напряжения прямой полярности (см. рис. 126 в кружке).

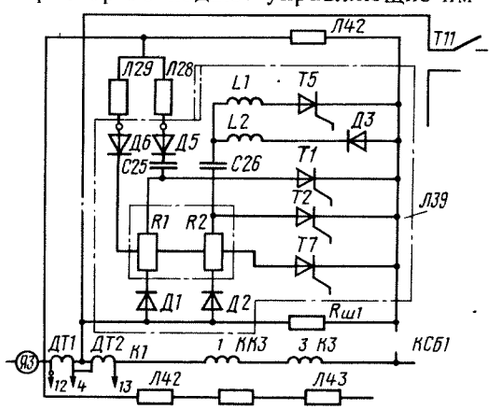


Рис. 126. Тиристорный ключ группы двигателей 1-3

В момент возрастания тока якоря генераторов до заданного значения (130—150 А) открываются главные тиристоры *Т1* и *Т2* и происходит перезаряд конденсаторов до напряжения обратной полярности, необходимого для гашения главных тиристоров. Вспомогательный тиристор *Т5* закрывается.

Процесс перезаряда конденсаторов осуществляется по контуру: конденсаторы *С25—С26, Т1, Т2,* диод *Д3*, дроссель *L2*, конденсаторы *С25, С26*. При включении вспомогательного тиристора *Т5* конденсаторы начинают разряжаться через основные тиристоры и гасят их.

После выключения основных тиристоров разрядный ток конденсатора идет по цепи $L1 — T5 — R_ш1 — Д1 — Д2 — С25 — С26$.

При уменьшении разрядного тока конденсатора до значения $I—I_я$ $(I—\beta)$ коммутирующие конденсаторы дозаряжаются током силового контура. Значение напряжения, до которого заряжаются конденсаторы гашения, определяется импульсом напряжения, возникающим на обмотках возбуждения генераторов при выключении главных тиристоров. В дальнейшем процессе работа тиристорных ключей повторяется. По окончании регулирования основные тиристоры остаются в закрытом состоянии.

В момент нахождения тиристорного ключа в открытом положении ток силовой цепи проходит через главные тиристоры, а в обмотках возбуждения за счет их большой индуктивности происходит замедленное ослабление тока. Путем поочередного шунтирования обмоток возбуждения добиваются заданного значения ослабления возбуждения генераторов (в пределах от 30 до 100%).

Действие *ТРП* происходит до скорости 32,5 км/ч, после этого главные тиристоры закрываются и торможение начинается на полном возбуждении на первой реостатной характеристике. При этой скорости и токе генераторов 130 А тормозная сила вагона достигает 22 кН.

Токопрохождение на первой позиции *РК* в тормозном контуре такое же, как и при *РТП*. В генераторном контуре ток идет от точки *К1* по двум параллельным цепям:

первая — *ДТ1*, реверсор, якоря первого и третьего генераторов, реверсор, *ЛК3* (см. рис. 122); силовая катушка *РП1-3, Т2,* силовая катушка *РУТ*, обмотки возбуждения 2-го и 4-го генераторов, точка *К2*;

вторая — *ДТ2*, обмотки возбуждения генераторов 1 и 3, силовая катушка *РУТ, Т7*, реверсор, якорь генератора 4, шунт амперметра, якорь генератора 2, реверсор, *ЛК4,* силовая катушка *РП2-4,* точка *К2*.

При установке рукоятки контроллера машиниста в положение *1* подается напряжение на провод *6* (см. рис. 125) в результате чего получают питание контакторы *ТР1, КСБ1, КСБ2* и электронная система управления.

Блокировки *ТР1* и *КСБ* в цепи провода *2* размыкаются. Тиристор *Т17* в блоке управления *БУ13* закрыт, так как на период *Т15* подается запирающее напряжение от делителя *R45—R46*. Это напряжение снимается при замыкании блокировки контактора *ЛК4 (6К—0)*, который возбуждается последним при сбросе силовой схемы.

В момент самовозбуждения двигателей, когда ток якорей еще ниже уставки, триоды *Т9* и *Т12* закрыты, триод *Т13* открывается и запирает формирователи управляющих импульсов основных тиристорных ключей. При этом формирователь импульсов платы *П11* начинает работать и открывает вспомогательные тиристоры; происходит заряд коммутирующего конденсатора от делителя напряжения. При возрастании тока якоря до значения уставки начинается импульсная работа ключа. По окончании этого процесса регулирования (электродвигатели вышли на полное возбуждение) ток якорей падает, а уставка остается неизменной, поэтому триод *Т9* закрывается, основные тиристоры ключа выключаются.

На положении *1А* контроллера машиниста подается напряжение на второй провод, но цепь разорвана блокировками *КСБ1, КСБ2, ТР1* и на триод *Т15* действует запирающее напряжение от конденсаторов *С16* и *С17* и тиристор *Т17* в цепи *РСУ* включен. Конденсатор *С16* заряжается импульсным напряжением, поступающим с блока усиления при импульсном регулировании. От второго провода возбуждается реле *РУ*, контактами которого в блоке уставок снимается шунтировка с резистора *Р18* и к базе триода *Т9* подключаются погрузочные резисторы *Р13* и *Р14* с датчика авторежимного устройства. В результате этого уровень уставки якорей возрастает до 250—260 А в холостом режиме и до 350—370 А в режиме нагрузки. После окончания процесса регулирования триод *Т9* закрывается и импульсы запирающего напряжения, поступающие от *Т12* и *Т15*, прекращаются.

Если при этом выдержка времени, задаваемая конденсатором *С16*, закончилась, то триод *Т15* начинает работать в автоколебательном режиме и открывает тиристор *Т17*. Включается реле *РСУ*, которое своими блок-контактами отключает *КСБ1* и *КСБ2*, реле *СР1* и *РВ1* возбуждаются, двигатель *СДРК* получает питание и приводит вал *РК* в движение. На второй позиции *РК* отключается электронная схема управления.

На второй позиции контроллера машиниста после окончания процесса импульсного регулирования начинается выведение ступеней пускотормозных резисторов под контролем реле *РУТ*. На тормозном режиме от провода *10Б* получает питание устройство авторежима, которое действует в зоне тиристорного регулиро-

вания возбуждения, а также тормозных резисторов, меняя уставку в установленных пределах в зависимости от нагрузки вагона. В зоне тиристорного регулирования возбуждения изменение уставки в зависимости от нагрузки вагона осуществляется по команде от провода *6Н* датчика авторежима, поступающей в контур сравнения блока управления. При этом авторежимное устройство работает на опорном напряжении, получаемым от вывода элемента *23* аккумуляторной батареи. Последнее фиксируется в районе напряжения 33 В для согласования потенциалов датчика авторежима и контура сравнения блока управления *БУ-13*.

На второе плечо датчика авторежима включена авторежимная катушка реле *РКТТ* (реле контроля тормозного тока), уставка которого меняется в зависимости от нагрузки вагона по закону изменения уставки *РУТ*, но по негативному принципу.

При неисправности устройства авторежима обеспечивается максимальная уставка реле *РКТТ* и, как следствие, срабатывание *ЭПК* при торможении по команде *АРС*.

Устройство авторежима поддерживает замедление вагона практически постоянным независимо от наполнения вагона. Дотормаживание до полной остановки осуществляют пневматическим тормозом, для чего на позициях *17* и *18* реостатного контроллера возбуждается вентиль регенерации № 1. При переводе рукоятки контроллера машиниста с тормозной позиции на нулевую сначала отключаются контакторы *ЛК2* и *ЛК5*, а затем блокировкой *ЛК5* — реле *РУ* блока управления, которое снижает уставку в зоне тиристорного регулирования возбуждения с 350—370 до 250—260 А. Отключаются контакторы *ЛК3* и *ЛК4*, и на время выдержки времени на размыкание последних вводится тормозной резистор *Л12—Л13* в цепь тяговых двигателей. Таким образом, обеспечивается плавность сброса при торможении. Контроль эффективности электрического торможения выполняют с помощью реле контроля тормозного тока, которое имеет уставку на срабатывание 460—520 А на порожнем вагоне и 580—620 А на груженом. При торможении на открытых участках предусмотрена возможность снижения уставок *РУТ* и тиристорного регулятора путем включения по проводу *37* по команде *АРС* реле пониженной уставки *РПУ*. Оно включает регулировочную катушку *РУТ*, снимает питание с реле *РУ* и снижает уставку. В случае отказа электрического торможения срабатывает пневматический тормоз либо от вентиля № 2, либо от *ЭПК* системы *АРС*, либо от педали безопасности.

Последняя служит для контроля состояния машиниста и в случае ее отпускания обеспечивает включение пневматического тормоза от вентиля № 2 прибора замещения на всех режимах движения. Это осуществляется посредством реле педали безопасности *РПБ* с выдержкой времени. Задержка на включение пневматических тормозов при случайном отпускании педали безопасности составляет 2—2,5 с. Реле *РПБ* включается через кулачковый элемент реверсивного вала *КВ*, замкнутый на положениях «Вперед» и «Назад». Срабатывание вентиля № 2 на всех режимах при отпускании педали безопасности происходит путем воздействия по поездному проводу *39* непосредственно на катушку вентиля № 2 через размыкающую блокировку реле *РПБ*. Устройства педали безопасности могут быть исключены из управления поездом отключением тумблера *ВОВТ* и включением тумблера *ВАХ*.

Изменение уставки *РУТ*. Изменение уставки *РУТ* в процессе работы вагона производят за счет авторежимной и регулировочной катушек. Уставка реле на отпадание при одних катушках с последовательным возбуждением должна быть 310—340 А. При действии авторежимной катушки регулировка на отпадание должна повышаться до 395—425 А.

На тормозном режиме при подключении согласно регулировочной катушке через резистор 150 Ом *(9В-9А)* уставка на отпадание считается на 30—40 А.

Работа реле *РУТ* происходит на последовательном и параллельном соединениях двигателей (при вращении *РК*).

На позициях тормозного режима при регулировании возбуждения тяговых двигателей уставку контролируют с помощью датчика тока якоря и электронной схемы управления. Ее среднее значение меняется при воздействии датчика авторежима в зависимости от нагрузки от 250—260 до 350—370 А. В пределах диапазона регулирования возбуждения ток якоря может изменяться относительно среднего значения до +40 А в начале регулирования до —40 в конце его.

Сигнализация цепей управления. В схеме (см. рис. 125) предусмотрены сигнальные лампы, зажигающиеся при срабатывании защиты (реле перегрузки), а также при несрабатывании схемы на тяговом и тормозном режимах. При срабатывании реле перегрузки *РП* на вагоне в кабине первого вагона зажигается красная сигнальная лампа (*18*), а на вагоне, в котором сработало реле перегрузки,— зеленая, позволяющая определить неисправный вагон. Зеленая лампа на неисправном вагоне продолжает гореть до тех пор, пока реле перегрузки ие будет восстановлено (кнопкой возврата). Для выполнения указанных функций в цепь красной лампы введены блок-контакты контактора *ЛК4 (24А-0)* и реле *РП (18А-0)* (см. рис. 125). Блок-контакты *ЛК4* и реле *РП* соединяются параллельно на всех вагонах поездным проводом *18*. Так как питание красной лампы производится от кулачкового элемента контроллера машиниста, замыкающегося только лишь на управляемом (первом вагоне), то эти лампы загораются лишь в кабине данного вагона. В цепь зеленой сигнальной лампы *(У0-10АН)* включены блок-контакты реле перегрузки *РП (10АН-0)* только данного вагона, поэтому эта лампа загорается только на том вагоне, на котором сработало реле перегрузки *(РП)*.

Красная сигнальная лампа загорается только при несрабатывании схемы на моторном и тормозном режимах. При невключении контактора *ЛК2* в схеме не включается контактор *ЛК3*, а за ним и *ЛК4*, который при всех режимах срабатывает позже всех остальных и блокировка которого включена в цепь красной лампы. Таким образом, если на любом из вагонов поезда не сработала схема, зажигается красная сигнальная лампа. Сигнальная лампа в этом случае горит вполнакала. Для того чтобы машинист мог определить вагон, на котором не сработала схема, предусмотрена специальная кнопка с пружинным возвратом «Сигнализация» *(У2—24)*.

Если при горящей красной лампе нажать кнопку «Сигнализация», то на том вагоне, где не сработала схема, т. е. разомкнут контактор *ЛК4*, возбудится катушка реле *РЗ-2 (24—24В)*, что приведет к загоранию зеленой сигнальной лампы на неисправном вагоне. Таким образом машинист, увидя сигнал о несборе схемы, должен, не включая контроллера, нажать кнопку сигнализация, после чего может следовать дальше. Зеленая лампа будет продолжать гореть на неисправном вагоне до тех пор, пока не будет нажата кнопка возврат *РП*.

Машинист может установить неисправный вагон по горению зеленой сигнальной лампы.

Работа вагонов по системе многих единиц. Для того чтобы была возможность управлять из головных вагонов состава всеми вагонами, через состав пропускается 72 поездных провода. Их присоединяют к контроллеру машиниста и аппаратам управления пульта головного вагона для дистанционного управления всеми вагонами поезда. Таким образом управление поездом может производиться с постов управления головных кабин.

Поездные провода различных вагонов соединяют между собой при помощи комбинированной автосцепки.

Кабины головных вагонов 81-717 оборудуют полным комплексом аппаратуры ручного ведения поезда, пультом управления, аппаратурой *АРС*, устройствами автоуправления, радиосвязи и радиооповещения.

На промежуточных вагонах с целью сохранения возможности автономного передвижения можно подключить пульт маневрового передвижения вагонов, а также минимальную аппаратуру, необходимую для защиты, сигнализации и оперативной коммутации некоторых цепей.

Резервное управление поездом. С целью оперативной эвакуации неисправного поезда с линии в случае к.з. на поездных управляющих или проводах, которые объединяют источники питания низковольтных цепей управления, состав оборудуют системой резервного пуска. Она дает возможность машинисту из головной кабины привести поезд в движение без ограничения скорости и, пользуясь для остановки пневматическими тормозами, увести его в ближайший тупик или депо.

В этом случае управление поездом осуществляется помимо основного контроллера при вынутой реверсивной рукоятке. Для приведения поезда в движение нужно включить контроллер резервного управления, который на головном вагоне своими контактами производит принудительное заземление ходовых проводов *(1; 2; 3; 5; 20)*, и включить кнопочный выключатель «Резервный пуск». При этом от аккумуляторной батареи головного вагона по поездному проводу *14* на всех вагонах поезда включаются реле резервного пуска *РРП*, которые своими нормально открытыми контакторами на каждом вагоне поезда отключают реле и контакторы, влияющие на сбор схемы ходового режима, от зажимов заземления и нормально замкнутыми контакторами подключают их непосредственно к своей аккумуляторной батарее, а заземление их обеспечивается на головном вагоне. Таким образом производят эвакуацию неисправного состава практически при работе всех вагонов.

Контроллер резервного управления для возможности регулирования скорости производит заземление поездных проводов поочередно в последовательности, задаваемой основной системой управления.

Для возможности высадки пассажиров на станции и включения белых фар при резервном управлении цепи дверей и прожекторов заведены в контроллер резервного управления.

Схема вспомогательных цепей (рис. 127). Вспомогательные цепи состоят из аккумуляторной батареи напряжением 75—90 В, цепей заряда аккумуляторной батареи от блока питания *БПСН-5У2*, мотор-компрессора, главного и аварийного освещений, сигнальных фонарей, отопления кабины и управления дверями.

Высоковольтные вспомогательные цепи — это цепи двигателя мотор-компрессора, печей отопления кабины, нулевого реле и заряда аккумуляторной батареи. Подключение их к напряжению контактной сети осуществляют через общий предохранитель вспомогательной цепи *Л0—Л20*, демпферный резистор (3,92 Ом), контактор включения высоковольтных цепей *КВЦ* и индивидуальные высоковольтные предохранители блока и предохранители *БП* кабины машиниста. Смена общего предохранителя *Л0—Л20* происходит в пунктах технического осмотра и ремонта вагонов. Замена предохранителей в блоках *БП* осуществляется в процессе эксплуатации, но только при отключенном контакторе *КВЦ*. Убеждаются в отсутствии напряжения на блоке *БП* по следующим признакам: загоранию лампы, питающейся через нормально-замкнутую блокировку контактора *КВЦ*, и исчезновению показания вольтметра. Лампа и вольтметр для этой

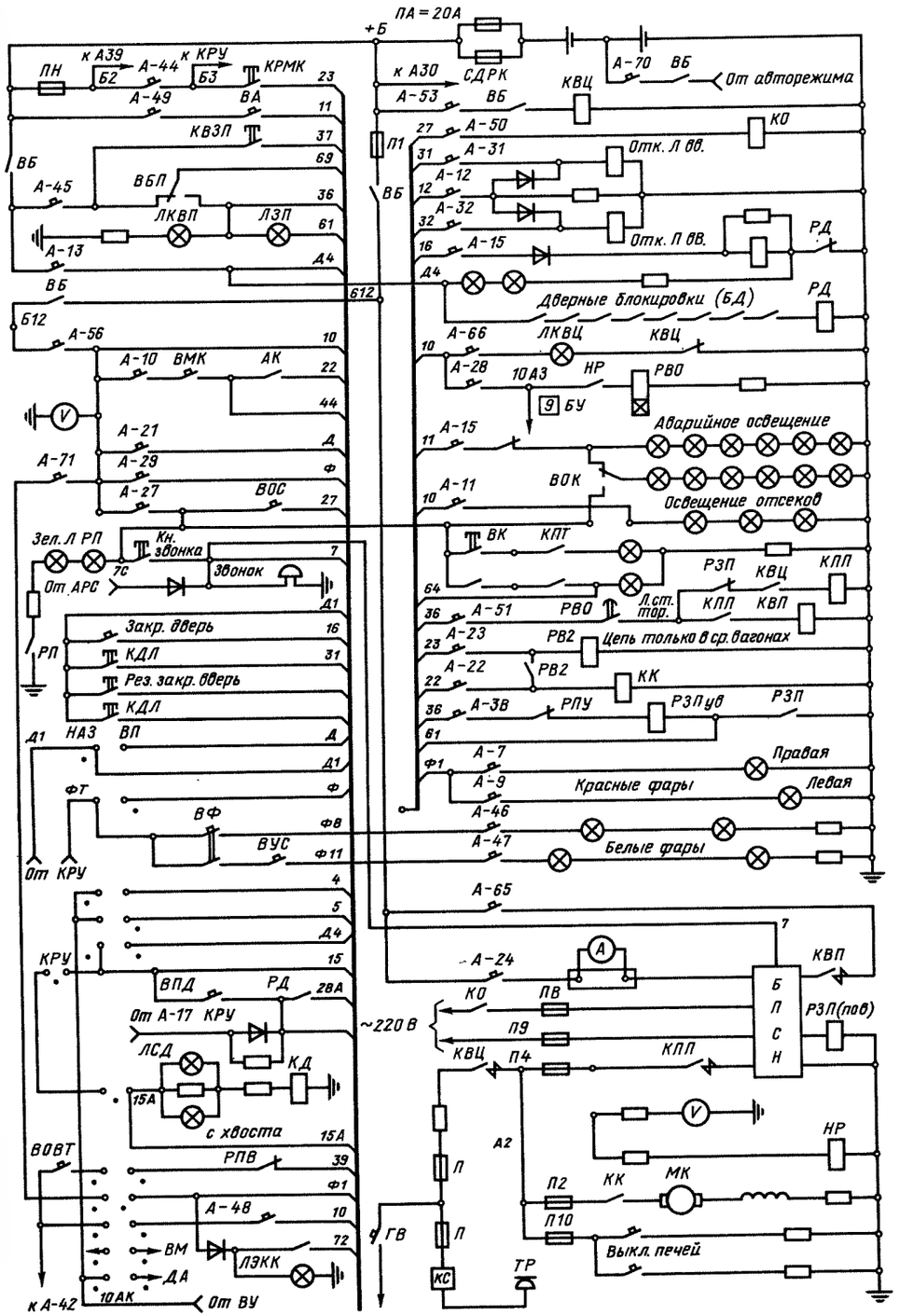


Рис. 127. Принципиальная схема вспомогательных цепей вагоиа 81-717

цели установлены рядом с блоком высоковольтных предохранителей.

Заряд аккумуляторной батареи выполняют от сети высокого напряжения через блок питания *БПСН-5У2*, преобразующий напряжение контактной сети в напряжение 80 В постоянного тока с диапазоном колебаний при изменении напряжения контактной сети в пределах 500—750 В. Устройство автоматического регулирования преобразователя поддерживает напряжение заряда батареи в установленных пределах. Включение преобразователя на батарею с выхода вторичной стороны осуществляется через выключатель *А24* типа *АК63-1М* без отсечки. Защита преобразователя по первичной стороне происходит при помощи реле защиты преобразователя *РЗП*, имеющего две катушки и воздействующего при срабатывании на отключение контактора *КПП*. Обе катушки реле *ЗРП* имеют согласное включение, одна из них *38Б-0* постоянно включена на напряжение батареи 75 В через размыкающий кнопочный выключатель *КЗП* и поездной провод *38*, но ее ампер-витков недостаточно для притяжения якоря. Другая катушка *ЗРП СПЗ-0* включена со стороны земли в цепь первичной стороны блока питания *БПСН-5У2*. При срыве регулирования блока при токе 26—50 А, протекающем по первичной стороне и, следовательно, по катушке *РЗП* происходит притяжение якоря. Размыкающая блокировка *ЗРП* в цепи катушки контактора *КПП*, включенной в провод *36*, отключает этот контактор, и неисправный преобразователь отключается от контактной сети. После этого удерживающая катушка *РЗП 38Б-0* продолжает удерживать якорь в притянутом состоянии, обеспечивает отключение неисправного преобразователя.

Если необходимо восстановить работу преобразователя, его включают нажатием кнопки *КЗП*, которая снимает питание с удерживающей катушки *РЗП* и при этом восстанавливает цепь первичного преобразователя. При к. з. в преобразователе защита первичной стороны выполняется предохранителем *П4*. Для контроля распределения нагрузок между преобразователями на выход первичного преобразователя включены амперметры *БВ-Б-14*.

Работоспособность блоков питания при проезде токоразделов обеспечивается подпиткой первичного преобразователя от вторичного, работающего на частоте 400 Гц. От трансформатора вторичного преобразователя напряжением 220 В питаются люминесцентные лампы освещения салона вагона, а также через разделительный повышающий трансформатор — цепи подпитки для проезда токоразделов.

Включение и отключение освещения салона обеспечиваются дистанционно из головного вагона по проводу *27* путем управления контактором освещения *КО*.

Для исключения разряда аккумуляторных батарей при длительных отстоях в депо и ПТО предусмотрено автоматическое отключение блоков питания и одной группы принудительной вентиляции через выдержку времени около 4—5 с, необходимую для проезда токоразделов при работе составов на линии.

Автоматика отключения и заданная выдержка времени осуществляются блокировкой нулевого реле *НР (10А3—10А4)* и реле *РВО*.

Источником питания цепей управления вагонов, низковольтных вспомогательных цепей электронного блоков управления *БУ13* и питания *БПСН-5У2*, а также цепей *АРС* и автоведения является аккумуляторная батарея напряжением 75 В, емкостью 80 А·ч. Все аккумуляторные батареи в поезде соединяются параллельно через поездной провод *10*. На каждом вагоне батарея защищена от короткого замыкания плавкими предохранителями *ПА* и *П1*, причем первые предохранители установлены непосредственно на аккумуляторном ящике и имеют уставки на 20 А.

Аварийное освещение во всем составе включается при помощи общего автоматического выключателя аварийного освещения *А49*, а на каждом вагоне — *А15*.

Лампы загораются при разомкнутом нулевом реле *НР*, что может быть в случаях отсутствия напряжения в контактной сети или при перегорании предохранителей *П4* и *Л0-Л20*. Таким образом, аварийное освещение автоматически замещает главное. Переключатель *ВОК* на головном вагоне позволяет включить на постоянную работу группу ламп аварийного освещения, в число которых входит лампа освещения кабины.

Сигнальные фонари. Задние сигнальные фонари *(Ф2-0)* и *Ф4-0)* включаются в том случае, если реверсивная рукоятка контроллера машиниста установлена в положение *0* или «Назад». Красные формы можно включить непосредственно от аккумуляторной батареи вагона для его ограждения при длительных отстоях в депо при помощи переключателя *ВКФ*.

Лобовые прожектора разбиты на две группы *Ф10-0* и *Ф13-0*. Они могут быть включены при переводе реверсивной рукоятки в положение «Вперед». Включение обеих групп обеспечивает дальнее освещение и осуществляется сдвоенным тумблером *ВФ*. Для ближнего освещения применяют выключатель *ВУС*, отключение которого отключает вторую группу прожекторов.

Управление дверями. Открывание и закрывание дверей производят пневматическими приводами, которые управляются электропневматическим дверным воздухораспределителем, имеющим три электропневматических вентиля. При возбуждении катушки вентиля «Закрытие дверей» провода *16Б-16В* левые и правые двери закрываются. При возбуждении катушки вентиля «Открытие левых дверей» провода *31А-0* открываются левые двери, а при возбуждении катушки вентиля «Открытие правых дверей» провода *32А-0* — правые.

При возбуждении обеих катушек *31А-0* и *32А-0* все двери закрываются. Управление производится следующими кнопками: «Закрывание дверей», «Двери правые», «Двери левые», «Резервное закрытие дверей».

Сигнализация о закрытии дверей поезда осуществляется по схеме с так называемым активным сигналом. По этому принципу при закрытом положении дверей лампа горит и возбужден контактор дверей *КД*, от которого зависит отправление поезда со станции.

Любое нарушение в системе управления дверями и сигнализации обесточивает лампу и контактор. Для сигнализации о закрытии дверей на дверных проемах установлены дверные блокировки, которые замкнуты при закрытых и разомкнуты при открытых дверях. Контакты блокировок на каждом вагоне соединены последовательно и в их цепи включена катушка реле дверей *РД*. Реле дверей имеет два блок-контакта, один размыкающий, другой замыкающий. Первый включен в цепь катушки вентиля «Закрывание дверей» и обеспечивает снятие питания с катушки при закрытых дверях. Замыкающие блок-контакты реле *РД* всех вагонов включены в последовательную цепь, образуемую по всему составу проводами *15* и *28* для контроля вагонов состава. Последовательная цепь контроля состояния дверей поезда начинается на головном вагоне и заканчивается там же лампой «Двери» и контактором *КД*. В эту цепь входят:

на головном вагоне провод *10*, контакт реверсивного вала *КВ*, замкнутый на положении «Вперед» или «Назад», выключатель контроля положения дверей *ВПД*, последовательно включенные размыкающие контакты реле дверей *РД* всех вагонов, которые входят в разрез провода *28*;

на хвостовом вагоне — выключатель контроля положения дверей *ВПД*, контакт реверсивного вала *КВ*, замкнутый в положении «0»;

на промежуточных вагонах включенные в разрез провода *15;*

снова на головном вагоне — контакт реверсивного вала *КВ,* замкнутый в положении «Вперед» или «Назад», две параллельно включенные лампы «Двери», контактор *КД.* Лампы «Двери» и контакторы *КД* хвостового вагона отключены контактами реверсивного вала *КВ,* замкнутыми только на положениях «Вперед» и «Назад».

Для сигнализации неисправности блокировок дверей на боковых стенках кузова каждого вагона имеются лампы, по которым судят о состоянии блокировок данного вагона. При разомкнутых блокировках двери открыты — лампы горят, при замкнутых двери закрыты — лампы погашены.

Резервное закрытие дверей поезда осуществляют одновременной подачей питания с помощью кнопки *КРЗД* на вентили открытия левых и правых дверей по поездному проводу *12* через диоды развязки вентилей.

Блокировка контактора дверей *КД* установлена в цепь управления реле *РВ2* для блокирования пуска поезда. Для эвакуации с линии поезда при неисправных цепях сигнализации дверей используют кнопку *ВРД,* исключающую блокировку *КД* в цепи *РВ2.*

Управление мотор-компрессорами поезда. Управление мотор-компрессорами поезда осуществляют через автоматический выключатель *А10* по поездным *44*-му и *22*-му проводам. На каждом вагоне через автоматическнй выключатель *А22* получает питание катушка контактора *КК,* который своими контактами подсоединяет к контактной сети двигатель компрессора через предохранитель *П2.* Между *44*-ым и *22*-ым проводами включены регуляторы давлення головных вагонов состава. Регуляторы давления промежуточных вагонов в управлении мотор-компрессорами всего поезда не участвуют и действуют лишь при маневровых передвижениях вагонов.

При неисправности поездных *44*-го и *22*-го проводов для эвакуации поезда с линии на промежуточных вагонах могут быть включены компрессоры через импульсный кнопочный выключатель «Резервное включение компрессоров», *23*-й поездной провод и реле *РВ2.* Режимом резервного управления мотор-компрессорами можно пользоваться лишь в случае необходимости эвакуации поезда с линии, так как в этом случае длительность работы компрессоров возрастает.

Люминесцентное освещенне. Освещение вагонов 81-717, 81-714 осуществляют люминесцентными светильниками ЛПВО2-2×40-002, которые расположены в потолке вдоль оси вагона. Основание светильника представляет металлический корпус, закрывающийся рассеивателем из молочного оргстекла.

Внутри светильника расположены четыре ламподержателя, в которые вставляют две люминесцентные лампы *ЛБ-40,* два пускорегулирующих аппарата и патрон *2Ш15-250ПН* для лампы накаливания *СМ26-25.*

Для включения люминесцентного освещения включаются последовательно переключатели, установленные на пульте головного вагона 81-717, при этом подают напряжение 220± ±10% В частотой 400±5% Гц на пускорегулирующие аппараты светильников, соединенных параллельно.

При снятии этого напряжения 220 В частотой 400 Гц вследствие срабатывання аппаратов защиты *БПСН-5У2* или по другим причинам включаются люминесцентные лампы светильников и автоматически лампы аварийного освещения, расположенные в тех же светильниках.

Аварийное освещение состоит из двух групп ламп напряжением 26 В и мощностью 25 Вт, включенных последовательно по четыре лампы в каждой группе. Питание ламп аварийного освещения происходит от аккумуляторной батареи вагона *НК-80.* Предохранители люминесцентного освещения *П8* и *П9* расположены в блоке высоковольтных предохранителей, установленном на перегородке кабины управления.

Заземление светильников осуществляется через стальные планки, приваренные к крыше вагона. В местах крепления проводов заземления планки облужены.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие типы тяговых двигателей эксплуатируют иа метрополитенах, какова их мощность?
2. Перечислите основные части электродвигателя.
3. Какие типы мотор-компрессоров и электродвигателей их привода применяют на метрополитенах, какова их мощность?
4. Назовите основные части электродвигателя привода мотор-компрессора.
5. Расскажите о конструкции аккумуляторной батареи.
6. Какие виды электрических цепей действуют на вагоне?
7. Охарактеризуйте основные режимы работы силовой цепи вагонов Е, Еж, Ем.
8. Как осуществляют защиту силовой цепи?
9. Каким образом происходит реостатное торможение на вагоне?
10. Расскажите о режимах работы силовой схемы вагоиа и о положениях, предусмотренных на этих режимах?
11. Назовите особенности работы силовой схемы вагона Еж3 в тормозном режиме.
12. Расскажите о работе тиристорного ключа.
13. Какова работа силовой схемы при автоматическом торможении?
14. Расскажите о порядке возврата реостатного контроллера на первую позицию в схеме цепей управлеиия.
15. Охарактеризуйте работу схемы цепей управления на маиевровой позиции.
16. Какова работа сигнализации цепей управления?
17. В чем заключается принцип работы вагонов по системе многих единиц?
18. В чем состоит суть резервного управления поездом?
19. Назовите порядок управления мотор-компрессорами поезда?

Глава 4

ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ЭЛЕКТРОПОЕЗДОВ

§ 19. Виды технического обслуживания и ремонта

Характеристика электротягового хозяйства. Содержание ЭПС в исправном состоянии и его обслуживание обеспечивают специальные предприятия и подразделения, имеющие необходимые сооружения, устройства и оборудование. В совокупности они образуют электротяговое хозяйство метрополитенов, подразделяются на эксплуатационные и ремонтные.

К эксплуатационным относят:

основные электродепо;

оборотные электродепо;

мотодепо (участок моторно-рельсового транспорта);

пункты технического осмотра вагонов;

линейные пункты локомотивных бригад;

пункты восстановительных средств.

Основное электродепо — предприятие, имеющее приписной парк вагонов для выполнения поездной и внепоездной работы на одной или нескольких линиях (тяговых плечах) метрополитена, а также необходимые технические средства для ремонта и обслуживания ЭПС.

Оборотное электродепо — предприятие, административно подчиненное основному электродепо, служащее для выполнения части его функций по содержанию ЭПС и имеющее только закрепленный за собой парк вагонов, который приписан к основному электродепо при больших по длине и разветвленных линиях сферы его обслуживания.

Мотодепо — подразделение основного или оборотного электродепо, предназначенные для обслуживания, осмотра и ремонта моторно-рельсового транспорта, необходимого метрополитену в целях производства маневровых передвижений вагонов и хозяйственных грузов на неэлектрифицированных, прилегающих к электродепо путях, а также различных перевозок на линии в ночное время после снятия высокого напряжения с контактного рельса.

Пункты технического осмотра вагонов — подразделения основного или оборотного электродепо, служащие для технического обслуживания ЭПС во время работы его на линии.

Линейные пункты локомотивных бригад — помещения, необходимые для смены и межпоездного отдыха локомотивных бригад на линии.

Пункты восстановительных средств (ПВС) — подразделения основного или оборотного электродепо, предназначенные для ликвидации повреждений на линии и эвакуации с нее подвижного состава при неисправности его ходовых частей.

Управление метрополитена руководит производственно-хозяйственной и финансовой деятельностью всех основных электродепо и подчиненных им эксплуатационных предприятий и подразделений. Оперативно-техническое руководство всеми электродепо на одном метрополитене осуществляет Служба подвижного состава, подчиненная также его управлению. На метрополитенах с одним основным электродепо управление его производственными подразделениями и оборотными электродепо выполняет непосредственно Служба подвижного состава.

Для выполнения крупных по объему видов технического обслуживания

вагонов метрополитена служат ремонтные электродепо и базы, заводы по ремонту ЭПС, а также специализированные участки электровагоноремонтных заводов магистральных железных дорог. При этом ремонтные электродепо и базы по сравнению с заводами, как правило, выпускают меньший объем ремонтной продукции, выполняют деповский ремонт ЭПС и структурно, как и эксплуатационные предприятия, входят в подчинение Службы подвижного состава. Заводы по ремонту ЭПС метрополитена, кроме ремонта вагонов, могут выпускать на своих площадях новую продукцию и подчинены непосредственно Управлению метрополитена, на территории которого они расположены, а электровагоноремонтные заводы магистральных железных дорог — Главному управлению по ремонту подвижного состава и изготовлению запасных частей Министерства путей сообщения (МПС) СССР.

Парк электроподвижного состава (вагонов) метрополитена и его учет. В инвентарный, т. е. приписной, парк ЭПС входят вагоны, состоящие на балансе всех основных электродепо, независимо от места их нахождения. Приписной парк составляют вагоны, которые состоят на балансе всех его основных электродепо. Вагоны из инвентаря одного метрополитена на другой передают по распоряжению Главного управления метрополитенов МПС СССР, а из одного электродепо в другое на одном метрополитене — по указанию его начальника.

Инвентарный парк ЭПС электродепо подразделяют на вагоны, находящиеся в его и вне его распоряжения. Парк распоряжения электродепо состоит из вагонов инвентарного парка и временно прикомандированных за вычетом парка вне распоряжения электродепо. Последний включает ЭПС, сданный электродепо в аренду другому электродепо или метрополитену, а также находящийся в резерве Управления метрополитена под накопление вагонного парка для пуска новой линии или отставленный на продолжительный промежуток времени по неравномерности движения поездов. Парк в распоряжении электродепо (метрополитена) состоит из эксплуатируемого и неэксплуатируемого ЭПС.

Эксплуатируемый парк составляют вагоны, сформированные в составы, т. е. находящиеся во всех видах работы, под техническими операциями, в техническом обслуживании в пределах нормы времени простоя и в ожидании работы по графику, т. е. отстое, а также отдельные вагоны резерва начальника электродепо, необходимые на замену в действующих составах неисправных вагонов или подлежащих ремонту.

Неэксплуатируемый парк включает как исправный, так и неисправный подвижной состав.

В число исправных вагонов входят:

отставленные по неравномерности движения поездов на продолжительный промежуток времени;

находящиеся в процессе приемки, сдачи и перемещения в «холодном» состоянии;

находящиеся под модернизацией (между плановыми видами ремонтов);

резерв управления метрополитена и запас МПС;

находящиеся в процессе обкатки после ремонта и изготовления.

В группу неисправных включают вагоны, находящиеся в ремонте, его ожидании, пересылке в неисправном состоянии, ожидающие исключения из инвентаря.

Организационная структура и схема управления электродепо. На основные электродепо возложены следующие функции: своевременная выдача подвижного состава под пассажирские и хозяйственные поезда в соответствии с графиком движения поездов; организация обслуживания составов локомотивными бригадами, обеспечение безопасности движения поездов, своевременное выполнение

технического обслуживания вагонов и моторно-рельсового транспорта. В целях выполнения этих функций электродепо имеет производственные здания и сооружения, технологическое и подъемно-транспортное оборудование, запасные части и материалы, а также укомплектованный определенный штат обслуживающих его людей.

Основные электродепо разделяют на две группы исходя из характера, сложности и объема выполняемой работы.

Основное электродепо или тяговую часть (ТЧ) возглавляет начальник, который несет полную ответственность за всю производственно-хозяйственную деятельность вверенного ему предприятия. Непосредственно начальнику подчинены отдел кадров, бухгалтерия, группы плановая и нормирования труда, заработной платы (инженеры-экономисты, нормировщики), административно-хозяйственный аппарат и канцелярия.

Цех эксплуатации обеспечивает своевременную выдачу составов под поезда и обслуживание их на линии, а также маневровые передвижения составов на линии и в электродепо. В личный состав этого цеха входят машинисты-инструкторы, машинисты и их помощники, дежурные по электродепо, нарядчики локомотивных бригад и операторы линейных пунктов. Руководит цехом заместитель начальника электродепо по эксплуатации.

Цех ремонта, возглавляемый заместителем начальника электродепо по ремонту, выполняет соответствующую работу по техническому содержанию ЭПС. Он состоит из участков работы комплексной бригады, подъемочного ремонта и поездных устройств автоматики под руководством старших мастеров на каждом участке в отдельности, а также группы материально-технического обеспечения.

Главному инженеру, осуществляющему техническое руководство электродепо, непосредственно подчинены производственно-технический отдел; инженеры по технике безопасности, обучению и рационализации; а также ремонтно-строительный участок во главе со старшим мастером, отвечающим за текущее содержание зданий; оборудование, сооружения и электрическое хозяйство электродепо.

Начальник оборотного электродепо (заместитель начальника основного электродепо) координирует и осуществляет взаимосвязь в работе между всеми подразделениями, расположенными на территории оборотного электродепо. Более подробно структура электродепо будет представлена ниже в процессе описания организации эксплуатации и текущего содержания ЭПС.

Организационная структура Службы подвижного состава (Т) метрополитена состоит из руководящего состава, в основном повторяющего структуру руководства электродепо, и подчиненных ему соответствующих отделов, секторов и групп.

Документы, регламентирующие работу метрополитена, и основные приказы и указания по ремонту и эксплуатации ЭПС. Проектирование, строительство и реконструкция метрополитенов должны вестись в соответствии со Строительными нормами и правилами на проектированне метрополитенов, а работу всех звеньев и подразделений действующих метрополитенов определяют Правила технической эксплуатации метрополитенов (ПТЭ), Инструкция по сигнализации на метрополитенах и Инструкция по движению поездов и маневровой работе на метрополитенах.

К основным приказам и указаниям метрополитена по ремонту и эксплуатации ЭПС относят документы, устанавливающие определенный порядок по его содержанию и обслуживанию на продолжительный период времени, но

с меньшим сроком действия, чем ПТЭ и Инструкции по сигнализации, движению и маневровым работам. Основные приказы и указания устанавливают организацию обеспечения безопасности движения, систему технического содержания подвижного состава, виды и сроки их выполнения, межремонтные пробеги, порядок присвоения прав управления электропоездом, моторно-рельсовым транспортом и проведения осенних и весенних комиссионных осмотров подвижного состава и т.д.

Права и обязанности обслуживающего персонала. Основной обязанностью работников метрополитена является выполнение плана перевозок пассажиров при безусловном обеспечении безопасности движения, полного использования имеющихся ресурсов и технических средств, неуклонном повышении производительности труда и снижении себестоимости перевозок — одно из важнейших требований ПТЭ, предъявляемых к каждому работнику метрополитена независимо от занимаемой им должности. В связи с этим каждый работник электротягового хозяйства метрополитена по кругу своих служебных обязанностей должен нести определенную ответственность за качество выполнения поездной работы и технического содержания подвижного состава, а администрация метрополитена и электродепо —предоставлять своим подчиненным для успешного выполнения ими производственных заданий соответствующие права и условия работы, повышающие их производительность труда.

Права и обязанности работников электродепо определяют следующие документы и положения:

общегосударственные — Кодекс законов о труде; Закон СССР о предприятиях в СССР;

Устав о дисциплине работников железнодорожного транспорта СССР;

отраслевые — правила, инструкции, приказы и указания, определяющие основную производственно-хозяйственную деятельность метрополитенов, график движения поездов и др.;

внутренние — Устав электродепо метрополитена, т.е. положение о предприятии, определяющее его права в производственно-хозяйственной деятельности; Правила внутреннего распорядка электродепо, составленные на основе общегосударственных и отраслевых документов с применением их к местным условиям работы электродепо и устанавливающие в нем определенный режим работы, рабочее время и его использование, порядок увольнения рабочих и служащих, а также их права и обязанности; коллективный договор — соответствующие взаимные обязательства администрации электродепо и профсоюзной организации.

Безопасность движения поездов. К любому виду транспорта предъявляют обязательные требования безопасности.

Без выполнения этих требований при всех прочих достоинствах никакое средство сообщения не найдет себе практического применения.

Под безопасностью движения понимают создание таких условий эксплуатации, которые исключают в процессе перевозок травмирование людей, повреждение транспортных средств, порчу перевозимых грузов и дезорганизацию движения.

Основные средства обеспечения безопасности движения поездов на метрополитенах включают в себя исправное содержание пути и подвижного состава, строгое соблюдение основных приказов, указаний и других документов, регламентирующих эксплуатационную и ремонтную деятельность метрополитенов, должностных инструкций, а также внедрение новой техники, к примеру

системы автоматического регулирования скорости (АРС), вычислительной техники, средств диагностики определения неисправностей ЭПС, повышение его надежности и т.д.

Для повседневного контроля за состоянием безопасности движения поездов и предупреждения нарушений на метрополитене организован Ревизорский аппарат (РБ). В состав этого аппарата входят ревизоры по безопасности движения поездов, курирующие электротяговое хозяйство (РБТ).

В зависимости от последствий случаев нарушения безопасности движения поездов на метрополитенах страны установлена следующая их классификация:

крушение поездов;
авария;
особые случаи брака;
случаи брака в работе;
повреждения.

В целях профилактической работы по предупреждению данных случаев в основных эксплуатационных электродепо или на предприятиях по ремонту ЭПС совместно с представителями Службы подвижного состава и РБ, а при необходимости — заводов-изготовителей, производят разбор этих случаев с составлением акта по их расследованию и разработкой мероприятий по предупреждению возникновения их в дальнейшем.

Для повышения уровня безопасности движения поездов в основных электродепо организуют разбор случаев неисправной работы ЭПС без нарушения графика движения поездов на основании представленных руководству электродепо донесений локомотивных бригад и рапортов ремонтного персонала. При этом инженеры производственно-технического отдела электродепо — каждый по своему виду вагонного оборудования: механическому, пневматическому, электрическому, поездных устройств автоматики, моторному и колесному хозяйствам совместно с представителями цеха ремонта и эксплуатации должны расследовать данные случаи путем выявления причины их возникновения, определения виновного с фиксацией данного материала в специальном журнале. В середине и конце каждого месяца в электродепо при главном инженере проводят разбор этих случаев с привлечением причастных к ним лиц. Результаты данного разбора направляют в Службу подвижного состава для дальнейшего обобщения и исследования, а также для доведения до сведения всех подразделений электродепо. Случаи неправильных действий локомотивных бригад на линии разбирают непосредственно в цехе эксплуатации электродепо.

Учет числа мелких отказов ЭПС, не влияющих на его работу на линии, а также досрочного снятия оборудования, узлов и деталей с вагона с использованием различных ремонтных журналов и актов в электродепо ведут инженеры по надежности подвижного состава.

Повседневный контроль за состоянием безопасности движения поездов организован во всех подразделениях электродепо, связанных с движением поездов на линии. В цехе эксплуатации эту работу проводят машинисты-инструкторы, машинисты — общественные ревизоры по безопасности движения поездов путем осуществления постоянного контроля за соблюдением локомотивными бригадами на линии своих должностных обязанностей и инструкций, регламентирующих эксплуатационную деятельность метрополитена. Регулярно проводимые в электродепо с машинистами и их помощниками различные виды технической учебы, квалифицированный инструктаж, экзаменационные испытания и аварийные игры помогают локомотивной бригаде правильно принимать необходимые решения и выполнять

действия в непривычно складывающихся для них условиях работы на линии.

В цехе ремонта для обеспечения контроля за состоянием безопасности движения поездов перед выдачей каждого состава из электродепо на линию и после проведения технических обслуживаний и ремонтов или после вцепления в действующий состав отдельных вагонов организован определенный порядок проведения ступенчатых осмотров, выполняемых слесарями-осмотрщиками, бригадирами и мастерами комплексной бригады. Кроме того, контроль за соблюдением технологии ремонта вагонов осуществляют:

начальники службы подвижного состава, ее технического отдела, основного электродепо, его производственно-технического отдела — не реже одного раза в декаду;

заместители начальника службы подвижного состава и электродепо по ремонту, начальники оборотных электродепо, инженеры производственно-технического отдела электродепо по видам вагонного оборудования — не реже двух раз в декаду.

В проверке состояния ЭПС, прошедшего техническое обслуживание или текущие виды ремонта, активное участие должны принимать машинисты-инструкторы.

Контроль за состоянием воздушных резервуаров подвижного состава, выполнение технического содержания и освидетельствования этих резервуаров, проверку сроков их проведения осуществляют инспекторы по котлонадзору управления метрополитена. На них также возложен контроль за состоянием и организацией проведения технического содержания стационарных воздушных резервуаров, котельных установок, кранового хозяйства и других подъемных механизмов, расположенных на территории электродепо, а также по метрополитену в целом.

Организация работы ЭПС на линии. Основу организации движения поездов на линиях метрополитена составляет график движения поездов, который объединяет работу всех подразделений метрополитена, связанных с движением поездов. Он должен обеспечивать выполнение плана перевозок пассажиров, безопасность движения поездов, наивыгоднейшее использование ЭПС. График движения поездов вычерчивают на сетке, где горизонтальные линии означают оси станций, а вертикальные — интервалы времени (часы, минуты и десятки секунд). Движение поезда по графику отражено линией хода, выполненной с наклоном к вертикальным и горизонтальным линиям. Линия хода графика, совпадающая с горизонтальными линиями, означает стоянку поезда. Над этой линией указывают номер поезда, а по станциям — минуты его отправления и прибытия. График движения поездов на каждые сутки составляют отдельно.

Графиком оборота ЭПС называют план его работы за сутки, построенный на основании графика движения поездов и служащий для определения количественных и качественных показателей использования вагонного парка. График оборота предусматривает расстановку ЭПС на ночь и дневное время в отстои на станциях, соединительных ветках, тупиках, отдельных участках линий и электродепо, а также служит для формирования и увязки между собой маршрутов, т.е. совокупности поездов, обслуживаемых одним составом в течение суток. Поэтому суточная необходимость в составах для обслуживания заданных размеров движения поездов на определенной линии должна быть равна числу маршрутов.

Обслуживание поездов одним составом по продолжительности времени представляет непрерывный процесс последовательно повторяю-

щихся одинаковых циклов, которые состоят из определенного ряда маршрутов, сменяющих друг друга через каждые сутки. Общее число таких суток в полном цикле, исключая выходные и праздничные дни, должно равняться суточному числу маршрутов или составов, участвующих в работе на линии в дни с максимальными размерами поездов в целях выравнивания условий работы составов и локомотивных бригад. Маршруты увязывают так, чтобы каждый состав выходил в последующий день на новый маршрут. В данном случае все составы, работающие на линии и находящиеся в ожидании работы, должны иметь определенную последовательность, в которой цикл чередования маршрутов по суткам последующего маршрута в один и тот же день должен быть смещен на один маршрут по сравнению с циклом предыдущего.

Увязку составов с маршрутами по дням одного месяца отражает месячная «вертушка» электроподвижного состава, т.е. таблица, в строках которой отображены по порядку все составы, участвующие в движении на линии, а в столбцах — чередование их маршрутов по дням месяца.

Неравномерность перевозок пассажиров на метрополитене по часам суток, когда в дневные часы рабочих суток необходимо с линии отставлять большую часть составов в электродепо (в плановые отстои), используют для организации различного вида технического содержания вагонов без выцепки их из составов.Для этих целей выбирают составы, маршруты которых предусматривают самые продолжительные отстои в электродепо в дневное время. В данном случае маршрут с максимально большим временем пребывания в электродепо, на котором производят самое большое по объему ремонтных работ техническое содержание, без выцепки вагонов из состава называют *«концевым» маршрутом*. Концевой маршрут, как правило, заканчивает цикл чередования маршрутов по времени для каждого состава в отдельности, после чего на следующие сутки, начиная с первого или другого маршрута, для составов наступает новый цикл их работы.

Остальные маршруты с дневным продолжительным отстоем в электродепо, но с меньшим по времени, чем концевой, в соответствии с межремонтными пробегами ЭПС и в зависимости от пробега, который выполняют вагоны в период между этими маршрутами, могут быть задействованы для других видов ремонтов и осмотров, но с меньшим объемом производственных работ, чем при концевом маршруте. Эти маршруты при надобности могут быть использованы для мойки ЭПС, уборки его пассажирского салона, регулировки электрической, электронной, пневматической и радиоаппаратуры, замены ящиков с аккумуляторными батареями на ревизию.

В некоторых электродепо, обслуживающих линии с большими размерами движения поездов, в цикле чередования маршрутов по времени предусматривают один или два дополнительных маршрута, не выдаваемых на линию в течение рабочих суток. Их применяют в качестве резервных составов, предназначенных для оперативной выдачи на линию в часы с максимальными размерами движения поездов взамен составов с какими-либо неисправностями. На резервных составах производят ряд работ по наладке вагонного оборудования, не влияющих на оперативность выдачи их на линию. Ввиду того что резервные составы иногда назначают на следующие сутки за концевым маршрутом и они непосредственно не принимают участие в движении поездов

на данные сутки, в отдельных электродепо их принято называть *«нулевыми» маршрутами*.

В выходные и праздничные дни, когда ремонтные работы в электродепо отсутствуют, в целях сохранения вагонам порядка чередования ремонтных циклов маршруты в эти дни сохраняют нумерацию маршрутов следующих за ними рабочих суток.

Одни и те же по нумерации маршруты в разные дни недели не одинаковы, так как в выходные и праздничные дни отсутствуют утренние и вечерние «пиковые часы» в размерах движения поездов, а пассажиропотоки по часам суток распределены равномерно. Маршруты выходных и праздничных дней должны иметь увязку по расстановке составов на ночь с соответствующими маршрутами наступающих рабочих суток. Одинаковые по нумерации маршруты рабочих суток также могут отличаться друг от друга в случае увеличения пассажирских перевозок в «не пиковое время» во время проведения массовых мероприятий путем добавления на линию составов, находящихся в отстоях.

Система организации обслуживания поездов составами на одной линии с двумя основными электродепо аналогична системе обслуживания ее одним основным электродепо в совокупности с оборотными электродепо с той лишь разницей, что в первом случае ЭПС не раскреплен между двумя электродепо, а имеет к ним самостоятельную приписку.

Такая система организации обслуживания ЭПС применена на железных дорогах нашей страны при эксплуатации моторвагонного подвижного состава и пассажирских локомотивов при небольших размерах движения поездов (до десяти пар в сутки).

Показатели использования вагонного парка. Для оценки деятельности метрополитенов и их подразделений, планирования расходов по перевозкам пассажиров разработана система показателей, всесторонне характеризующих работу каждого хозяйства метрополитена, в том числе и электротягового. Различают количественные и качественные показатели. Количественные показатели характеризуют объем выполненной работы, а качественные — оценивают степень использования технических средств метрополитена.

К основным количественным показателям работы вагонного парка относят общий пробег вагонов, выраженный в вагоно-километрах и складывающийся из линейного пробега всех вагонов электродепо или метрополитена за определенный промежуток времени при работе с пассажирскими поездами и «рулевого» пробега, т.е. пробега вагонов, задействованных в обкатках, маневрах, выдаче под поезда и других хозяйственных перемещениях. Общий пробег вагонов служит основанием для определения потребности в вагонах, их ремонтов, запасных частей, ремонтного оборудования и т.д.

Поездо- и вагоно-часы характеризуют использование ЭПС по времени, а тонно-километры брутто — перевозочную работу, выполняемую основными электродепо в отдельности и метрополитеном в целом.

К показателям использования вагонного парка относят: скорости движения поездов, среднесуточный пробег вагонов, коэффициент использования подвижного состава.

Эксплуатационная скорость — средняя скорость движения поездов по линии, вычисляемая как отношение общего пробега поездов (поездо-километры) к поездо-часам, взятым с учетом стоянок поездов на промежуточных станциях данной линии.

Техническая скорость — средняя скорость движения поездов по пе-

регонам линии с учетом времени на разгон и замедление. При ее вычислении время стоянок поездов на промежуточных станциях не учитывают.

Среднесуточный пробег характеризует среднее значение пробега в километрах, приходящееся на один вагон эксплуатируемого парка и вычисляемое как отношение общего пробега всех вагонов электродепо, выполненного за определенный промежуток времени, к среднему значению эксплуатируемого парка вагонов за тот же период времени.

Коэффициент использования вагонов метрополитена — отношение между эксплуатируемым и инвентарным парком вагонов, характеризующее степень и эффективность использования ЭПС.

Способы обслуживания поездов локомотивными бригадами. Локомотивная бригада осуществляет управление локомотивом или моторвагонным поездом и его обслуживание в объеме, предусмотренном соответствующими инструкциями МПС. Возглавляет бригаду машинист, являющийся ответственным за состояние локомотива или электропоезда, а также за деятельность остальных членов бригады.

На ЭПС метрополитена локомотивная бригада, как правило, состоит из двух человек: машиниста и его помощника. За последнее время по мере оснащения линий и ЭПС системой АРС или другими системами безопасности движения обслуживание поездов переводят на управление в одно лицо, т.е. одним машинистом.

Способы обслуживания поездов локомотивными бригадами оказывают большое влияние на различные области работы метрополитена. Они определяют систему технического надзора за состоянием составов, степень участия локомотивной бригады в поддержании его исправности. Существует два основных способа обслуживания локомотивов и моторвагонных поездов бригадами — сменная и прикрепленная езда.

К более прогрессивному способу обслуживания поездов локомотивными бригадами относят сменную, не прикрепленную езду, при которой время работы локомотивной бригады использовано полностью и не ограничено вынужденными простоями ЭПС в отстоях из-за неравномерности распределения пассажиропотоков по часам суток. При прикрепленной езде за составом закреплено определенное число локомотивных бригад, обслуживающих его и ответственных за его состояние. Поэтому данный способ по сравнению со сменной ездой улучшает техническое состояние составов.

На метрополитенах нашей страны за основу обслуживания поездов локомотивными бригадами принята прикрепленная езда, при которой за одним составом закреплено четыре (квартетная езда) или пять (квинтетная езда) локомотивных бригад. Из членов, прикрепленных к составу бригад, назначают старшего машиниста (бригадира), ответственного за содержание прикрепленного подвижного состава, а также за подчиненных ему машинистов и их помощников. Несколько составов со своими прикрепленными локомотивными бригадами составляют колонну (группу), руководимую машинистом-инструктором. Колонны в совокупности представляют в целом основу цеха эксплуатации электродепо.

В связи с тем что раскрепление составов между основным и оборотным электродепо, а также обслуживание двух линий одним основным электродепо организуют по разным вертушкам, то в данных случаях и локомотивные бригады прикрепляют к каждой вертушке раздельно. При этом колонны машинистов-инструкторов, как правило, включают локомотивные бригады из всех имеющихся в электродепо вертушек равномерно.

Время локомотивной бригады от заступления ее до окончания работы принято называть сменой. Заступление и окончание работы локомотивных бригад происходят как в электродепо, так и на линии, для чего на одной из ее станций, обычно в торце платформы, располагают линейные пункты. Последние состоят из помещений оператора дежурного машиниста-инструктора для инструктажа и отдыха локомотивных бригад, медпункта, а в отдельных случаях имеют буфет. Здесь же дежурят резервные локомотивные бригады. На линейном пункте находятся принципиальные электрические схемы вагонов, инструкции по эксплуатации, приказы по безопасности движения, а также другая техническая и распорядительная документация для локомотивных бригад.

Перед заступлением на смену локомотивная бригада должна получить маршрутный лист и пройти обязательные медицинский осмотр, а также инструктаж по работе на линии, проводимый дежурным машинистом-инструктором. Последний при несении своего дежурства на линии ответствен не только за работу своей колонны, но и за все локомотивные бригады, работающие во время его дежурства на линии, оказывает им помощь по выходу из случаев, возникающих при каких-либо неисправностях подвижного состава.

На линиях с большими размерами движения поездов для производства маневровых работ на конечных станциях используют специальные локомотивные бригады. Для оборота состава применяют две такие бригады, находящиеся одна в голове состава для вывода его в обратный тупик, а другая в хвосте — для вывода состава на станцию из тупика. Основная локомотивная бригада во время оборота ее состава по тупикам переходит по платформе станции в другой ее конец для принятия управления обернувшимся составом в противоположном направлении.

В часы с особенно интенсивными размерами движения поездов, когда основная локомотивная бригада состава при его обороте на конечной станции не успевает осуществлять переход для принятия управления им в противоположном направлении, на станции обычно с линейным пунктом и расположенной за одну или две станции до конечной основной локомотивной бригаде организуют подмену. Принятие и сдачу управления оборачиваемого на конечной станции состава от маневровой бригады производит подменная локомотивная бригада. При продолжительных сменах локомотивным бригадам предусматривают перерыв в работе так'е при помощи подменных бригад.

Маневровая локомотивная бригада состоит обычно из одного человека (машиниста), а подменная — в зависимости от числа человек, принятого для обслуживания поездов данной линии основными локомотивными бригадами. Для маневров и подмены на линии используют любые поездные локомотивные бригады.

Хотя принятый на метрополитенах за основу прикрепленный способ обслуживания составов улучшает содержание подвижного состава, однако при этом возникают затруднения с выработкой локомотивными бригадами месячной нормы часов из-за простоев их прикрепленных составов по причине неравномерности движения поездов по часам суток. Поэтому в целях полного использования рабочего времени локомотивными бригадами совместно с прикрепленной ездой при-

меняют сменную езду, т.е. смешанный способ обслуживания поездов.

При смешанном способе контингент локомотивных бригад в электродепо предусматривают только на потребность их в определенном виде работ, а именно: обслуживание пассажирских и хозяйственных поездов; приемка и сдача подвижного состава; маневра; подмена или резерв на случай выполнения государственных обязанностей, отпусков и болезней, а не из-за расчета на число составов, формируемых в электродепо. В данном случае часть локомотивных бригад работает на своих составах, а другая — выходит на смену по истечении времени своего отдыха на «чужие» поезда, маневры, подмену или состоит в резерве при линейном пункте или электродепо.

Маневровые передвижения составов и отдельных вагонов по прилегающим к электродепо путям (парковым, тракционным) или внутри его, а также выдачу их на линию осуществляют машинисты и их помощники цеха ДДЭ (дежурные по электродепо), подчиненного заместителю начальника электродепо по эксплуатации. В каждом основном или оборотном электродепо цех ДДЭ состоит из четырех смен машинистов и их помощников во главе со сменными дежурными по электродепо.

Отдых локомотнвных бригад в ночную смену организуют в комнатах нх отдыха прн электродепо нлн в специальных помещеннях, расположенных на станцнях расстановки составов на лнnни.

Организация планово-предупредительного технического содержания ЭПС. В целях поддержання вагонов в нсправном состояннн с начала нх поступления в эксплуатацию н до нсключения нз нн-вентаря нм предусмотрена равномерно повторяющаяся система различных по объему ремонтных работ и осмотров, в совокупности составляющая планово-предупредительное техническое содержание ЭПС. Кроме планового технического содержания подвижного состава существует и неплановое, при котором ремонт и осмотр вагонов производят по необходимости.

Каждый вид планово-предупредительного технического содержания ЭПС должен повторяться через определенное равное число километров пробега вагона, называемого межремонтным. Межремонтный пробег определенного вида технического содержания ЭПС состоит из равных повторяющихся межремонтных пробегов с меньшим, чем у рассматриваемого вида, объемом технологических работ. В свою очередь определенная совокупность межремонтных пробегов рассматриваемого вида технического содержания ЭПС представляет межремонтный пробег более крупного по объему вида технического содержания.

В порядке возрастания объема технологическнх работ МПС СССР установило следующие внды планово-предупредительного технnческого содержания для электроподвнжного состава метрополнтенов:

технические обслуживания ТО-1, ТО-2, ТО-3— для предупрежденння появленнй ненсправностей н поддержання моторвагонного подвнжного состава в работоспособном состояннн, обеспечнвающем его бесперебойную работу н безопасность двнженння, а также высокнй уровень культуры обслужнвання пассажиров;

текущие ремонты ТР-1, ТР-2, ТР-3— для восстановленння основных эксплуатационных характеристик и работоспособности моторвагонного подвижного состава в соответствующнх межремонтных пернодах путем ремонта н замены отдельных деталей, узлов, агрегатов, регулировкн н нспытання, а также частнчной модернизацни;

капитальный ремонт КР-1, КР-2— для восстановления эксплуатацнонных характеристик, исправности и ресурса (срока службы) всех агрегатов, узлов и деталей, включая базовые, полной замены проводов и кабелей при КР-2, а также модернизации.

Все виды технического обслуживания и текущего ремонта ТР-1 производят без выцепки вагонов из состава по определенным маршрутам, в которых предусмотрено время и место выполнения этих видов планово-предупредительного технического содержания ЭПС. Остальные виды ремонта ЭПС осуществляют только с отцепкой вагонов из состава, при этом ТР-2, ТР-3— в электродепо, КР-1, КР-2— на заводах по ремонту электроподвижного состава метрополитена и электровагоноремонтных, а также на специалнзированных ремонтных базах или в ремонтных электродепо.

Объем работ при выполнении каждого вида планово-предупредительного технического содержания ЭПС должен быть определен следующими документамн: Правилами текущего ремонта и технического обслуживания моторвагонного подвнжного состава метрополнтенов; Правилами капнтального ремонта КР-1 моторвагонного подвнжного состава метрополнтенов; Правнла капитального ремонта КР-2 моторвагонного состава метрополитенов; Руководством по среднему ремонту вагонов метрополнтена 81-717, 81-714; Инструкцней по содержанню н ремонту узлов (комплектов) с подшнпннкамн качення вагонов метрополнтена; Инструкцней по ультразвуковому дефектоскопнрованню деталей вагонов метрополнтенов; Инструкцней по технnческому обслуживанию, ремонту н нспытанню пневматического оборудования моторвагонного подвнжного состава метрополитенов; Нормамн допусков н нзносов оборудования электрического подвнжного состава метрополитена н т.д.

В завнснмости от местных условнй, технологнческой оснащенности мест проведения различных видов технического обслуживания и ремонтов на основании вышеприведенной документации по каждому виду в отдельности составляют технологические процессы, в которых отражают перечень работ, последовательность, время, расценки и разряд их выполнения, процент сменяемости отдельных узлов и деталей вагонного оборудования, а также расход материалов. Ввиду того что здания технологнческого оборудования почти всех электродепо метрополитена мало чем отличаются друг от друга, а объем ремонтных работ не велик, то все виды технического обслуживания и деповских видов ремонтов электроподвижного состава метрополитена выполняют по типовым (одинаковым) технологическим процессам. Производство капитальных (заводских) ремонтов КР-1, КР-2 электроподвижного состава метрополитена осуществляют на каждом предприятин по самостоятельному технологнческому процессу, разработанному в соответствнн с нмеющнмся технологическнм оборудованнем и оснасткой.

Все ремонты н осмотры ЭПС должны выполняться с использованнем конструкторской документацнн на вагон, утвержденной нлн согласованной в соответствин с требованиямн Правил технnческой эксплуатацнн метрополитенов на основные вагонные узлы, детали н оборудованне Мннистерством путей сообщення, а на остальные — Главным управлением метрополитенов.

Вся технологическая и конструкторская документацня на вагон, находящийся в работе, ее налнчие и состоянне через определенный промежуток временн должна проверяться ннженерамн по вндам вагонного оборудования пронзводственно-технnческого отдела электродепо нли технологнческого отдела завода.

В случаях непригодности к работе документацию необходимо обновить или восстановить заново; это выполняет техник-конструктор вышеуказанных отделов.

В целях равномерной загрузки электродепо, заводов и обеспечения надежности работы данное указание разрешает:

начальникам электродепо — производить постановку вагонов на ТО-3 и текущие виды ремонта с отклонением от предельно установленных норм пробегов вагонов на 10 %0

начальникам служб подвижного состава — отправлять вагоны в ремонт КР-1 с отклонением от предельно установленной нормы пробега на 10 %;

начальникам метрополитенов — отправлять вагоны в ремонт КР-2 с отклонением от нормы на 10 %. Досрочная отправка в ремонт может быть допущена с разрешения Главного управления метрополитенов.

Все виды планово-предупредительного технического обслуживания ЭПС, межремонтные пробеги, а также объемы производства этих ремонтных работ определены с использованием многолетнего опыта эксплуатации вагонов метрополитена и электроподвижного состава магистральных железных дорог.

Текущее обслуживание тяговых двигателей, мотор-компрессоров и колесных пар ЭПС метрополитена осуществляют по технической документации на вагон в целом в виде проведения различных осмотров, электрических машин, замеров и мелких ремонтных работ в основном по обслуживанию их коммутационного аппарата, осмотров, замеров колесных пар с использованием шаблонов и малой ревизии буксовых подшипников с ультразвуковой дефектоскопией осей колесных пар.

При текущих ремонтаэ ТР-2 частично, текущем ремонте ТР-3 и всех видах заводского ремонта ЭПС метрополитена, при которых производят подъемку кузова вагона, выкатку из-под него и полную разборку тележек, тяговые двигатели, мотор-компрессоры и колесные пары подлежат снятию с вагона и отправке в ремонт на специализированные участки их ремонта. Как правило, последние входят в структуру вагоноремонтных заводов, баз и электродепо. Тяговые двигатели, мотор-компрессоры и колесные пары имеют собственные виды ремонтов и порядок их проведения в соответствии с Правилами ремонта и технического обслуживания тяговых и вспомогательных электрических машин моторвагонного подвижного состава метрополитена, а для колесных пар — Инструкцией по осмотру, освидетельствованию, ремонту и формированию колесных пар электропоездов метрополитена.

§ 20. Организация технического обслуживания и ремонта в электродепо

Постановку вагонов в планово-предупредительные виды технического обслуживания производят строго в соответствии с планом ремонта ЭПС.

Постановку составов во все виды технического обслуживания и ремонт ТР-1 осуществляют поездные локомотивные бригады в соответствии с графиком движения поездов.

Перед постановкой состава в ТО-1 машинист устно обязан доложить руководителю его производства свои замечания по работе вагонов. Во время постановки составов в ТО-2, ТО-3 и ТР-1 машинист должен сделать запись о неисправностях вагона в книгу ремонта (бортовой журнал), после чего сдать его мастеру комплексной бригады и устно сообщить

ему о характере особо важных и часто повторяющихся неисправностей. В случаях если неисправность не была устранена в предыдущем виде планового технического содержания без какой-либо на то обоснованной и серьезной причины, машинист делает об этом запись в книгу повторного ремонта, хранящуюся в цехе ДДЭ.

Перед постановкой вагона в ТР-2, ТР-3 и капитальные виды ремонта заместитель начальника основного электродепо по ремонту или начальник оборотного электродепо дает заявку в цех ДДЭ об отцепке данного вагона из действующего состава по маршруту, заходящему в электродепо на отстой.

При этом ТР-2 и ТР-3 вагонов могут выполнять и другие эксплуатационные или ремонтные электродепо, а также вагоноремонтные базы. Одновременно производственно-технический отдел электродепо при постановке вагонов на текущие виды ремонтов ТР-2, ТР-3 при помощи паспортов на вагон и его оборудование определяет место ремонта снимаемых с этих вагонов тяговых двигателей, мотор-компрессоров и колесных пар.

До отправления вагона в заводские виды ремонта или ТР-2 и ТР-3 в другие электродепо на этот вагон производственно-технический отдел составляет дефектную ведомость, в которой указывает особенности эксплуатации вагона, установку дополнительных аппаратов и оборудования, комплектность его оборудования и часто повторяющиеся неисправности. Дефектную ведомость вместе с паспортом на вагон отправляют на место производства ремонта вагона. С вагона, отправляемого из электродепо в ремонт на другие предприятия, в соответствии с определенным перечнем необходимо снять следующее оборудование внутренней гарнитуры: кресла машиниста, зеркала заднего вида, пепельницы и т. д.

Прием вагона из электродепо в ремонт на вагоноремонтном предприятии производит бюро описи.

Порядок проведения технического обслуживания ТО-1 и организация работы пунктов технического осмотра ЭПС. В утренние, дневные и вечерние часы ТО-1 выполняют на специально выделенных участках линии, называемых *пунктами технического осмотра* (ПТО), которые расположены в тупиках оборота составов на станциях (зонных или конечных) с путевым развитием. ПТО ЭПС должны иметь пути, оборудованные глубокими смотровыми канавами с освещением, помещения для обслуживающего персонала, хранения запасных частей, а также раздевалку и душевую.

Производство вагонов ТО-1 на ПТО организовано сменными ремонтными бригадами, состоящими из старшего осмотрщика, осмотрщика и уборщиц, совместно с локомотивными бригадами. Все смены одного ПТО возглавляет освобожденный бригадир, подчиненный непосредственно заместителю начальника электродепо по ремонту или при наличии нескольких ПТО в одном электродепо мастеру или старшему мастеру ПТО.

Иногда ПТО ЭПС могут быть организованы в здании электродепо на специально выделенных для этих целей путях с глубокими канавами, которые при частом выходе и заходе на них составов не должны стеснять маневровые передвижения на прилегающих (тракционных) путях электродепо. Такие ПТО должны иметь помещения как бытовые, так и для размещения запасных частей; их структура по обслуживанию вагонов организована по аналогии с ПТО, расположенными на линии.

Число ПТО при одном электродепо определяют протяженностью обслуживающих его линий.

В ночные часы ТО-1 выполняют в электродепо на путях с глубокими смотровыми канавами, где днем организованы технические обслуживания ТО-2, ТО-3 и текущий ремонт ТР-1 специальными ночными бригадами, состоящими из слесарей-осмотрщиков, т.е. слесарей, имеющих право на осмотр вагона в целом, продувщика и уборщиц. Каждую сменную ночную бригаду возглавляет освобожденный бригадир, подчиненный старшему мастеру комплексной бригады (см. ниже).

При ТО-1 особое внимание обращают на состояние ходовых частей и деталей подвески вагонного оборудования, убеждаются в отсутствии ослабленных креплений, проверяют наличие и исправность шплинтов, чек, гаек и прочих деталей. Во время проведения осмотра необходимо убедиться в отсутствии чрезмерного нагрева подшипников, трещин, расслоений, выбоин или каких-либо других дефектов, возникающих на колесных парах, а также утечек воздуха из пневматических магистралей. Контролируют наличие смазки в шарнирных соединениях, рычажных передачах и других трущихся частях; производят спуск конденсата из воздушных резервуаров и маслосборников. Кроме того, при ТО-1 выполняют уборку и очистку вагонов, а также не требующую большого времени замену неисправных деталей новыми.

Производство работ по ТО-1 на ПТО требует особой тщательности в соблюдении техники безопасности, так как их выполняют в условиях движения поездов и наличия высокого напряжения на контактных рельсах соседних с ПТО путей. Подачу высокого напряжения на контактный рельс путей пункта технического осмотра, расположенного на линии, имеют право освобожденный бригадир ПТО и старшие осмотрщики.

Организация комплексной бригады и порядок проведения технических обслуживаний ТО-2, ТО-3 и текущего ремонта ТР-1. ТО-2, ТО-3 и ТР-1 вагонов осуществляют в основном или оборотном электродепо на специально выделенных для каждого из этих видов технического обслуживания путях с глубокими смотровыми канавами и определенных маршрутах комплексной бригадой, которая для удобства проведения ремонтных работ подразделена на более мелкие специализированные по видам вагонного оборудования бригады слесарей по ремонту ЭПС: электриков, механиков, пневматиков, кабинного и внутривагонного оборудования, а также бригаду слесарей-осмотрщиков. Во главе каждой такой специализированной бригады стоит неосвобожденный бригадир, а в целом комплексную бригаду электродепо возглавляет старший мастер, в помощь которому подчинены мастера комплексной бригады, осуществляющие руководство группой специализированных бригад с близким профилем работ или отвечающие за производство определенных видов технического содержания ЭПС.

В электродепо, где раскрепление подвижного состава производят по разным вертушкам, для каждой из них в отдельности организуют самостоятельную комплексную бригаду. Комплексные бригады основного и оборотного электродепо между собой независимы и подчинены заместителю начальника электродепо по ремонту. Кроме того, комплексная бригада оборотного электродепо по территориальному признаку подчинена начальнику оборотного электродепо.

При ТО-2 в отличие от ТО-1 несколько расширены и детализированы отдельные работы за счет выполнения дополнительных операций по осмотру, ремонту и уборке вагонов.

Перед постановкой в ТО-2 кузовы вагонов состава промывают на вагономоечной машине; внутри пассажирского салона и кабины машиниста выполняют сухую уборку с протиркой влажной тряпкой стекол, сидений, поручней, подлокотников и каркасов диванов. Во время осмотра проверяют: по механическому оборудованию — состояние и крепление пятников, подпятников и скользунов кузова; по пневматическому — состояние соединительных рукавов, плотность воздухопроводов вагонов на слух, даты ревизии приборов, уровень смазки в картере компрессора, работу дверных воздухораспределителей, на головных вагонах — приборы управления автотормозами и автостоп, а на составе в целом — действие пневматических тормозов и синхронизацию открытия и закрытия раздвижных дверей. На тяговых двигателях и мотор-компрессорах осуществляют осмотр их коммутационного аппарата. По электрическому оборудованию контролируют состояние большинства электрических аппаратов, подходящих к ним проводов, работоспособность реле и индивидуальных контакторов. При этом особое внимание уделяют электрическим аппаратам, расположенным в кабинах головных и хвостовых вагонов состава.

Осмотру подлежат токоприемники со сменой негодных накладок, проверяют состояние подводящего к токоприемнику кабеля, его соединительной трубки и конвекторов тяговых двигателей.

В процессе ТО-2 выявляют и устраняют все имеющиеся неисправности, включая записанные машинистом.

После окончания ТО-2 состава производят проверку работы оборудования вагонов с подачей на них высокого напряжения 825 В, а именно: мотор-компрессоров и регуляторов давления, подзаряда аккумуляторных батарей, цепей управления в комплексе с системами автоматического регулирования скорости (АРС) и автоведения, схем резервного управления, вспомогательных цепей, в том числе освещения пассажирского салона, отопления, поездной радиосвязи и радиооповещения.

Техническое обслуживание ТО-3 включает в себя все работы, выполняемые при ТО-2, и дополнительно перед постановкой состава на ТО-3 его продувают в продувочной камере, а отдельные вагонные узлы — сжатым воздухом при помощи шланга. После этого состав промывают на вагономоечной машине и протирают от загрязнения и пыли его ходовые части. Внутри кузова вагона выполняют мокрую уборку пола вагона. По механическому оборудованию проверяют соответствие с установленными нормами особо важные для эксплуатации электроподвижного состава на линии размеры и добавляют смазку в узлы с часто трущимися поверхностями, а при необходимости регулируют рычажно-тормозную передачу.

По пневматическому оборудованию контролируют в действии работу тормозных воздухораспределителей вместе с авторежимом, автоматический выключатель торможения, пневматические редукторы и все краны трубопроводов. По электрическому оборудованию замеряют зазоры между коллектором и щеткодержателями тяговых двигателей и мотор-компрессоров, проверяют состояние индуктивных шунтов, проводов, наконечников, крепление болтов, гаек, винтов, осуществляющих электрическое соединение проводов, а также арматуры освещения и сигнальных фар, работу дверных блокировок; осматривают главный выключатель, различные предохранители, добавочные и демпферные резисторы, электроконтактные коробки междувагонного соединения, аппаратуру управления в промежуточных вагонах состава. После осмотра и устранения неисправностей электрического оборудования мегаомметром измеряют сопротивление изоляции силовой цепи при включенных электрических аппаратах и тяговых двигателях.

При ТР-1 производят работы со вскрытием и разборкой деталей узлов и аппаратов, труднодоступных для осмотра, с заменой отдельных аппаратов и производством регулировок, требующих контроля измерительными приборами, т. е. работы, которые практически невозможно осуществить по маршрутам всех видов технического обслуживания ЭПС из-за их сравнительно небольшого срока времени пребывания в электродепо в дневном отстое. Во время ТР-1 выполняют детальный осмотр, проверку и ремонт всего вагонного оборудования без снятия его с вагона, за исключением оборудования, подлежащего ревизии и неисправного. К этому виду ремонта приурочивают ревизии некоторых электрических аппаратов, приборов пневматики и ответственных узлов механического оборудования.

Накануне постановки вагона в ТР-1 по маршруту, предшествующему концевому, весь состав в ночное время с помощью ночных смен комплексной бригады подвергают очистке в продувочной камере, продувке сжатым воздухом для удаления пыли и загрязнений с подвагонного оборудования и ходовых частей, наружней обмывке кузова на вагономоечной машине и на всех вагонах данного состава производят слив смазки из редукторов колесных пар. После чего в день производства вагону ТР-1 его состав уже по концевому маршруту подают на канаву, предназначенную для выполнения на ней ТР-1 основным штатом комплексной бригады.

Текущий ремонт ТР-1 включает в себя все работы, выполняемые при ТО-3, только с большим объемом производства этих работ. Кроме того, при ТР-1 выполняют и работы, которые не входят в ТО-3. Так, при ТР-1 обязательна расцепка состава, при которой все его вагоны прокатывают на 1—2 оборота колес для осмотра бандажей, зубчатой передачи, тяговых двигателей и их вентиляторов, осуществляют промывку зубчатой передачи веретенным маслом. При расцепленном составе контролируют головки автосцепок, их замки и механизмы, производят продувку тормозной и напорной магистралей. Плотность магистралей проверяют как по манометру, так и обмыливанием. Во время выполнения ТР-1 обязательна регулировка рычажно-тормозной передачи.

Техники по замерам проводят измерения сопротивления изоляции электрических цепей и аппаратов, замеры габаритов отдельных деталей, профиля катания и гребня бандажа колесных пар, зазоров между различными деталями в коммутационном аппарате тяговых двигателей и мотор-компрессоров, убеждаются в целости и отсутствии замыкания между собой или на корпусе вагона поездных междувагонных проводов, проверяют износ основных узлов вагона.

После окончания ТР-1 вагона производят полную влажную уборку его пассажирского салона и кабины машиниста, проверку работы его оборудования, а также контроль всего вагонного оборудования состава концевого маршрута в целом.

В связи с тем что условия эксплуатации ЭПС на различных линиях метрополитенов одинаковы, некоторые виды и объемы ремонтных и ревизионных работ, выполняемых при ТР-1, недостаточны для поддержания вагонов в исправном состоянии до следующего производства ТР-1. Поэтому для вагонов, не проходящих ТР-1, по концевому маршруту организуют ТО-3 с дополнительными видами ремонтных работ, осуществляемых в объеме ТР-1, которые практически невозможно производить на составах промежуточных маршрутов из-за их кратковременного пребывания в электродепо в дневном отстое.

Порядок производства текущих ремонтов ТР-2 и ТР-3. Для возможности проведения в электродепо

ТР-2 и ТР-3, связанных с подъемкой кузова вагона и выкаткой из-под него тележек, организуют участок подъемочного ремонта. Для указанных целей он имеет необходимое технологическое оборудование и бригаду слесарей по ремонту ЭПС во главе с неосвобожденным бригадиром, подчиненным старшему мастеру участка подъемочного ремонта. В свою очередь участок подъемочного ремонта входит в структуру цеха ремонта электродепо.

Разборку и сборку механического оборудования с вагона, которому произведена подъемка кузова и выкатка тележек, выполняет бригада участка подъемочного ремонта, а ремонт снятого с этого вагона электрического, пневматического и механического оборудования — заготовительные отделения соответственно: аппаратное, автоматное и слесарно-механическое, расположенные в помещениях производственных мастерских электродепо. Заготовительные отделения подчинены старшему мастеру участка подъемочного ремонта. Монтаж и демонтаж электрического и пневматического оборудования с вагонов, проходящих подъемочные виды ремонтов, а также отправку его в ремонт в заготовительные отделения осуществляет комплексная бригада.

Основное назначение ТР-3 заключено в проверке и ремонте вагонного оборудования, не доступного для этих целей при собранном вагоне.

К такому оборудованию в основном относят колесные пары, мотор-компрессоры, рессорное подвешивание, раму тележки, рычажно-тормозную передачу, автосцепку и пятниковые опоры. Поэтому данный вид ремонта приурочивают к ремонту тяговых двигателей, мотор-компрессоров и полному освидетельствованию колесных пар. Последние с вагона снимает и обеспечивает их погрузку для отправления в ремонт на специализированные участки ремонтных заводов, баз и электродепо бригада участка подъемочного ремонта.

К главным операциям этого вида ремонта относят:

снятие с вагона тяговых двигателей, мотор-компрессоров и выкатку из-под него колесных пар;

осмотр и ремонт тележек с полной разборкой и проверкой на магнитном дефектоскопе рамы, рычажно-тормозной передачи и рессорного подвешивания;

ревизию пятниковых опор;

снятие на ревизию пневматического оборудования и в ремонт с частичной разборкой основных электроаппаратов;

разборку и ремонт деталей автосцепки.

Наряду с основными работами, выполнение которых требует подъемки кузова вагона, одновременно производят: проверку состояния ручного тормоза, состояния и крепления деталей подвески подвагонного оборудования и предохранительных устройств, недоступных для осмотра при опуске на тележки кузова вагона; частичный ремонт внутривагонного оборудования, восстановление окраски внутри и снаружи кузова, замер сопротивления изоляции всех цепей и контроль их соединений.

По окончании производства ТР-3 проверяют работу вагона под напряжением и под воздухом, затем осуществляют его обкатку на линии или обкаточной ветке электродепо.

Для вагонов всех типов, эксплуатирующихся на линиях метрополитенов, кроме вагонов 81-717, 81-714, вместо межремонтного цикла ремонта КР-1 с одним ремонтом ТР-3 установлен удлиненный межремонтный цикл с дополнительными межремонтным циклом и ремонтом ТР-3 второго объема. По сравнению с обыкновенным ТР-3 первого объема вновь введенному ремонту характерен ряд дополнительных работ, выполняемых при КР-1, а именно: ревизия электропечи кабины машиниста в аппаратном отделении, замер сопротивле-

ния катушек реле, очистка и осмотр ящика аккумуляторных батарей, увеличена сменяемость кулачковых шайб в контроллере машиниста и тумблеров на пульте управления, выпрессовка втулок из электроконтактной коробки междувагонного соединения, освидетельствование воздушных резервуаров с ревизией их водопускных кранов в автоматном отделении, очистка и промывка нагнетательной трубы мотор-компрессора.

В целях поддержания в исправном состоянии колесных пар ЭПС между ТР-3, а также ими и капитальными видами ремонтов при определенном пробеге вагонам производят ТР-2. При этом комплексная бригада выполняет все работы в объеме ТР-1, а при необходимости бригада участка подъемочного ремонта дополнительно осуществляет замену не зарекомендовавших себя в работе или исчерпавших свой рабочий ресурс по пробегу тяговых двигателей, мотор-компрессоров и колесных пар.

Дополнительно при ТР-2 бригада участка подъемочного ремонта выполняет обточку бандажей неменяемых колесных пар без выкатки их из-под вагона на фрезерном станке и в увеличенном объеме по сравнению с ТР-1 — работы по ремонту, осмотру и регулировке: карданных муфт, сцепного механизма автосцепок, редукторов колесных пар и деталей крепления их к раме тележки. Малярное отделение восстанавливает только внутреннюю окраску кузова.

После проведения вагонам ремонтов ТР-2 и ТР-3 производят уборку пассажирского салона и кабины машиниста в объеме ТР-1.

Порядок проведения капитальных ремонтов вагонов. КР-1, КР-2 выполняют на ремонтных заводах, специализированных базах и в электродепо.

При КР-1 вагонам производят полный подетальный ремонт всех электроаппаратов, приборов пневматики, ходовых частей, внутривагонного оборудования, тяговых двигателей, мотор-компрессоров, освидетельствование колесных пар и воздушных резервуаров, обойные и столярные работы на кузове, а также полностью восстанавливают внутреннюю и внешнюю окраску вагона. Во время проведения этого вида ремонта проверяют основные размеры изнашиваемых деталей в соответствии с Нормами допусков и износов оборудования электрического подвижного состава метрополитена. Детали, непригодные к эксплуатации, либо подлежат замене новыми, либо восстановлению путем производства слесарно-механических и сварочных работ.

При ремонте КР-1 подлежат восстановлению все антикоррозийные покрытия вагона. После проведения ремонта ответственные узлы и детали ЭПС подвергают дефектоскопии и рентгеноскопии, а электрические аппараты и пневматические приборы проходят испытание на соответствующих стендах и регулировку согласно нормам допусков и износов. Сборку и монтаж электрического оборудования на вагоне завершают контроль сопротивления изоляции всех электрических схем, правильности их сборки и испытание изоляции на пробой высоким напряжением. Ремонтный цикл КР-1 завершают обкатка отремонтированного вагона и его совместная приемка из ремонта представителями Службы подвижного состава и ремонтных: заводов, баз и электродепо.

Во время проведения КР-2 на кузове вагона полностью заменяют крепеж, внутреннюю обшивку и деревянные детали пассажирского салона и кабины машиниста, провода электрической схемы, воздухопроводы, часть кондуитов проводов, деревянное покрытие и линолеум пола, а также производят отдельные работы по замене отдельных элементов обшивки кузова, полностью восстанавливают его внешний вид путем снятия старой и покрытия новой краской. Объем работ по ремонту электрических аппаратов, пневматических приборов, автосцепок и рычажных передач, испытанию вагонного оборудования и вагона в целом при КР-2 аналогичен объему работ, выполняемых при КР-1.

Порядок проведения ремонта тяговых двигателей и мотор-компрессоров. Ремонт тяговых двигателей и мотор-компрессоров ЭПС метрополитена осуществляют в соответствии с Правилами ремонта и технического обслуживания тяговых и вспомогательных электрических машин моторвагонного подвижного состава метрополитенов. Для ремонта тяговых двигателей и мотор-компрессоров существуют следующие виды их технического содержания.

Средний ремонт:

без пропитки обмоток при пробеге — 350 ± 50 тыс. км;

с пропиткой погружением при пробеге — 700 ± 100 тыс. км.

с вакуумной пропиткой при пробеге — 1050 ± 150 тыс. км.

Капитальный ремонт:

при пробеге — $2{,}8 \pm 0{,}3$ млн. км.

для двигателей ДК104 при пробеге $2{,}1 \pm 0{,}3$ млн. км.

Нормы ремонта электрических машин, работающих на открытых участках линий метрополитена, устанавливают, исходя из условий эксплуатации в пределах 300—800 тыс. км.

Все виды ремонтов тяговых двигателей и мотор-компрессоров, как правило, производят на специализированных участках ремонтных заводов, баз и электродепо, в редких случаях — в эксплуатационных электродепо.

При среднем ремонте электрических машин предусматривают восстановление их эксплуатационных характеристик путем замены или ремонта только изношенных или поврежденных составных частей, узлов и деталей. Капитальный ремонт электрических машин производят путем замены или ремонта всех их составных частей и узлов, в том числе и базовых, с полной проверкой этих частей, узлов и деталей, восстановлением их в соответствии с нормами допусков и износов и проведением приемно-сдаточных испытаний по расширенной программе.

Порядок проведения осмотра, освидетельствования и ремонта колесных пар вагонов метрополитена. Осмотр, освидетельствование и ремонт колесных пар вагонов метрополитена выполняют в соответствии с Инструкцией по осмотру, освидетельствованию, ремонту и формированию колесных пар электропоездов метрополитена.

Осмотр состояния элементов колесных пар осуществляют при всех видах ТО ЭПС ТР-1, ТР-2. Через каждые 90 тыс. км пробега вагонов и при текущем ремонте ТР-2 проводят малую ревизию буксовых подшипников с добавлением в них смазки, а также ультразвуковую дефектоскопию оси.

Освидетельствование колесных пар вагонов метрополитена подразделяют на обыкновенное и полное. Обыкновенное освидетельствование выполняют после выкатки колесных пар из-под вагона, если они не требуют полного освидетельствования или истек срок их хранения. При обыкновенном освидетельствовании производят контроль состояния и соответствия элементов колесных пар установленным нормам без их разборки. При этом проверяют ось (ультразвуковым дефектоскопом); легкость вращения колесной пары и редуктора в подшипниках. Осуществляют демонтаж корпусов букс и редукторов, ревизию редукторных и буксовых подшипников без съема внутренних колец, убеждаются в наличии установленных клейм и знаков. Результаты обыкновенного освидетельствования должны быть записаны в цеховой журнал освидетельствования и ремонта колесных пар установленной формы и внесены в соответствующий раздел технического паспорта на колесные пары.

Полное освидетельствование колесных пар необходимо выполнять через каждые 350±20 тыс. км пробега при формировании, ремонте со сменой элементов, переборке подрезиненных колес, неясности клейм и знаков последнего полного освидетельствования, наличии на поверхности катания ползуна (выбоин) более 1 мм, после схода вагона с рельсов, крушений, аварий у поврежденных вагонов. При полном освидетельствовании колесных пар осуществляют работы, предусмотренные обыкновенным освидетельствованием, и дополнительно производят более расширенный комплекс и увеличенное число объектов инструментальных измерений и проверок элементов колесных пар на дефектоскопах. После проведения полного освидетельствования на колесной паре должно быть поставлено клеймо, соответствующее стандартам и техническим условиям. Полное освидетельствование колесных пар выполняют на специализированных участках ремонтных заводов, баз и электродепо; в редких случаях эксплуатационных электродепо, имеющих право и клеймо на проведение данного вида работы.

Все виды осмотров и освидетельствований колесных пар должны выполнять лица, выдержавшие специальные испытания и имеющие право на проведение этих работ.

Колесные пары, направляемые на завод или в электродепо и имеющие право на производство полного освидетельствования для ремонта со сменой отдельных элементов, должны подвергаться полному освидетельствованию.

Внеплановые и случайные виды технического содержания электроподвижного состава. Их выполняют вне графика ремонта по необходимости в случаях выхода из строя вагонного оборудования до срока постановки вагонов в планово-предупредительные виды технического содержания.

При возникновении неисправностей во время работы состава на линии или обнаружения их в плановом отстое данный состав направляют в неплановый отстой, где определяют характер неисправности и по возможности устраняют ее в короткие сроки. В случаях когда невозможно устранить неисправности на составе в неплановом отстое за короткое время, из состава отцепляют неисправный вагон и заменяют вагоном из эксплуатируемого парка резерва начальника электродепо. С этого момента времени неисправные вагоны в ожидании случайного ремонта зачисляют в парк неисправных вагонов.

Время простоя вагона в случайном ремонте зависит от характера и сложности устранения неисправности, наличия запасных частей, материалов и технологического оборудования, необходимых для ее устранения, а также загруженности ремонтных участков и отделений электродепо и ремонтных предприятий плановыми видами технического содержания ЭПС. Устранение неисправности на вагоне путем проведения ему случайного ремонта осуществляют на площадях с использованием технологического оборудования, ремонтного персонала, количества запасных частей и материалов того вида планового технического содержания ЭПС, который позволяет быстрее устранить данную неисправность.

В случаях когда неисправность на подвижном составе возникает неоднократно в одном и том же узле и требует контроля его состояния, руководство электродепо назначает единовременную проверку состояния данного узла всему приписному парку вагонного электродепо.

Для поддержания оптимального значения проката бандажей колесных пар вагонов по потребности производят техническое обслуживание ТО-4, при котором выполняют обточку колесных пар на колесно-фрезерном станке без выкатки их из-под ЭПС.

Порядок приемки вагонов из ремонта. После прохождения вагонами любого вида технического содержания или длительного простоя в электродепо они должны пройти в зависимости от объема ремонтных работ установленный контроль готовности. Ответственный за эту проверку делает соответствующую запись, скрепленную подписью в специальном журнале.

При ТО-1 готовность на ЭПС в дневное время утверждает старший осмотрщик, в вечернее — освобожденный бригадир ночной смены. После проведения ТО-2, ТО-3 и текущего ремонта ТР-1 состав должен быть подвергнут осмотру бригадой слесарей-осмотрщиков и бригадирами комплексной бригады, каждый по своему виду оборудования в отдельности, затем одним из мастеров комплексной бригады, который дает на осмотренный и годный к эксплуатации состав — готовность. Как правило, выдачу состава из электродепо на линию по концевому маршруту после проведения ремонтных работ производят под управлением старшего машиниста состава.

Приемку вагонов после их предварительного осмотра в соответствии с положением МПС осуществляют подчиненные Службе подвижного состава из всех видов текущего ремонта инспектора по приемке ЭПС, а из капитальных ремонтов — инспекция, т.е. группа инспекторов по приемке ЭПС, возглавляемая старшим инспектором и функционирующая при каждом вагоноремонтном предприятии. Поэтому после ТР-1 готовность вагонов для работы на линии совместно с мастером комплексной бригады устанавливает инспектор по приемке ЭПС.

После проведения ремонтов ТР-3, ТР-2 и случайных с подъемкой кузова вагоны осматривает освобожденный бригадир, а затем старший мастер участка подъемочного ремонта и инспектор по приемке ЭПС, которые разрешают провести их обкатку. Последнюю проводят комиссионно в составе одного из руководителей электродепо, старшего мастера участка подъемочного ремонта и инспектора по приемке ЭПС, после чего они составляют совместный акт об окончании данных видов ремонтов. Обкатку выполняют на линии или обкаточной ветке, расположенной на территории электродепо.

После окончания ремонтов КР-1, КР-2 вагон подлежит приемке ОТК (отделом технического контроля) вагоноремонтного предприятия, потом инспекцией Службы подвижного состава, а затем производят обкатку на обкаточных ветке или стенде. Капитальные виды ремонтов вагонов считают завершенными после подписания совместного акта: с одной стороны — одним из руководителей вагоноремонтного предприятия и его начальником ОТК; с другой — старшим инспектором по приемке ЭПС.

Включение в действующие на линии составы, вагоны, вновь построенные, прошедшие ремонты ТР-2, ТР-3, КР-1, КР-2, случайные, техническое обслуживание ТО-4 может быть осуществлено только после их осмотра бригадой слесарей-осмотрщиков комплексной бригады и подачи на них готовности одним из мастеров комплексной бригады.

Технические паспорта на вагон и его отдельное оборудование. Паспорт вагона включает основные данные вагона, его номер, дату изготовления и основные характеристики.

В него ежегодно записывают пробеги со дня поступления вагона в эксплуатацию, а также повседневно — пробеги между ремонтами ТР-2, ТР-3, КР-1 и КР-2 с указанием места и даты их проведения. Паспорт должен отражать все конструктивные изменения, производимые на вагоне, а также износы и порчи.

На важнейшие детали и аппараты вагонов ведут отдельные паспорта с указанием их пробега с начала эксплуатации и после ремонта. Такие паспорта заведены на колесные пары, тяговые двигатели, моторкомпрессоры, тележки, воздушные резервуары и автосцепки.

Паспорта на вагон и его оборудование объединяют в одной папке. Оформление записей в паспортах выполняют техники-паспортисты: в электродепо — производственно-технического отдела, а на ремонтных предприятиях — отдела технического контроля (ОТК). Записи о производстве ремонта во всех случаях должны скрепляться подписью ответственного за его выполнение.

Паспорт вагона вместе с паспортами на его отдельное оборудование служит основным документом, всесторонне характеризующим всю работу вагона на линии.

Методы ремонта ЭПС. Метод ремонта может быть *индивидуальным* или *агрегатным.*

Индивидуальный — это метод, когда оборудование, снятое с вагона, после ремонта устанавливают на тот же вагон. Он может быть оправдан при большой норме простоя в ремонте.

При определенном увеличении программы ремонта и сокращении сроков простоя более выгодным станет производство *агрегатного метода*. При таком методе основные комплекты электрического, пневматического, механического оборудования и поездных устройств автоматики направляют для восстановления в соответствующие отделения, а на их место устанавливают взятые из оборотного фонда заранее отремонтированные или новые комплекты оборудования.

Необходимо отметить, что применение агрегатного метода возможно лишь при условии взаимозаменяемости указанных элементов конструкции вагона. *Взаимозаменяемость* предусматривает определение допуска на расхождение характеристик и геометрических размеров сменяемого оборудования.

Агрегатом в ремонтном производстве называют комплексную часть ремонтируемого объекта, которую для уменьшения общей продолжительности его простоя в ремонте экономически целесообразно иметь заранее восстановленной, испытанной и подготовленной для замены.

Агрегатами при ремонте ЭПС будут рамы тележек, колесные пары, тяговые двигатели, мотор-компрессоры, электроаппараты, комплекты пневматического и автотормозного оборудования. Как правило, чем крупнее будет агрегат, тем большее сокращение простоя можно получить от применения агрегатного метода ремонта.

Оборотным фондом агрегатов называют общий размер их запаса, необходимый для заданной программы ремонта и утвержденной нормы простоя в ремонте. Оборотный фонд агрегатов создают за счет приобретения новых агрегатов из отремонтированных или новых частей.

Технологическим запасом агрегатов называют неснижаемую часть оборотного фонда, определяемую требованиями технологического процесса и программой ремонта.

Диагностические средства определения работоспособности ЭПС и его оборудования. Под *диагностикой* ЭПС следует понимать процесс распознавания и обнаружения на нем неисправностей и определение его работоспособности в эксплуатации и после проведения его технического обслуживания. К *диагностическим средствам* относят инструменты и приборы для измерения физических параметров. *Простейшие средства диагностики*—измерительные инструменты, используемые в процессе ремонта и после его проведения: контрольные лампы, линейки, штангенциркули и различные по назначению и применению шаблоны. *Средней сложности измерительные приборы*: механического действия — индикаторы и тахографы; пневматического — манометры электроизмерительные и электронного — осциллографы, а также различные испытательные стенды, т.е. комплексы измерительных приборов и устройств, позволяющих имитировать работу различной вагонной аппаратуры в стационарных условиях после ее ремонта со снятием с нее различных характеристик и параметров.

При эксплуатации и техническом содержании подвижного состава начинают внедрять более сложные средства диагностики с использованием электронных вычислительных машин и математической теории вероятности появления отказа в вагонном оборудовании. Они позволяют сократить время и трудоемкость на выполнение осмотра вагонов при всех видах технического обслуживания, а также контролировать его состояние в собранном виде. К таким средствам диагностики определения работоспособности ЭПС, действующего на линии метрополитена, относят систему ПОНАБ, обнаруживающую неисправности колесных пар по нагреву их буксового узла. Система ПОНАБ смонтирована на одной из станций линии метрополитена, при проследовании которой она на каждом составе осуществляет контроль за состоянием колесных пар.

К одному из основных средств диагностики, широко применяемому в электродепо метрополитенов, относят *дефектоскопию* — комплекс неповреждающих и неразрушающих физических методов контроля качества деталей и материалов. Приборы для выявления пустот материала называют *дефектоскопами*, для контроля структуры — *структуроскопами*, а для контроля толщины покрытий и измерений толщины стенок листов и труб — *толщиномерами.*

Выявление пустот в материале детали дефектоскопами зависит от места расположения дефектов, протяженности, глубины залегания и их происхождения. Пустоты возникают в процессе плавки и литья металла (окисные пленки, шлаковые включения, усадочные раковины и рыхлоты, поры и др.), пластической деформации (трещины, расслоения, закаты, заковы, волосовины), термической и химико-термической обработки (закалочные трещины, пузыри, пережоги), механической обработки (надиры, подрезы, трещины, прижоги), правки и монтажа (рихтовочные трещины, надрезы, риски и забоины), эксплуатации (усталостные и другие трещины, местная межкристаллитная коррозия и др.). Каждый из неразрушающих методов контроля решает задачу выявления пустот материала неполностью.

Электродепо, выполняющие ремонт тяговых двигателей на специализированном моторном участке, имеют испытательную станцию для проверки их после ремонта. Испытательная станция состоит: из стенда, рассчитанного на контроль одновременно двух тяговых двигателей по методу взаимной нагрузки (первый двигатель работает в режиме генератора и питает второй тяговый двигатель, работающий в тяговом режиме и вращающий первый тяговый двигатель); электромашинного и статического преобразователя для питания двигателей во время их пуска выпрямленным напряжением, а также из аппаратов и реостатов для возбуждения тяговых двигателей. Кроме того, на испытательной станции расположены приборы для определения прочности изоляции обмоток тяговых двигателей и балансировочный станок.

Развитие диагностики идет по пути создания ее бортовых систем, т.е. непосредственно установленных на ЭПС. Это позволяет локомотивной бригаде за короткое время определить характер неисправности вагонного оборудования и выбрать оптимальное решение о дальнейшей эксплуатации неисправного состава.

Территория электродепо. Электродепо метрополитена расположены на наземных площадках, а связь их с трассой метрополитена осуществлена через ответвления в виде специальных однопутных или двухпутных соединительных веток, проложенных в тоннеле с последующим выходом на поверхность. В ряде случаев эти ветки бывают продолжением главных путей и окончанием линии.

При выходе линии на поверхность к ней примыкают парковые (тракционные) пути, которые имеют соответствующее путевое развитие, обеспечивающее заход состава на любой путь. Для удобства пути разделяют на группы (парки А, Б, В, и т.д.). Кроме того, предусмотрены один или два вытяжных тупика, рассчитанный каждый на длину одного состава.

В некоторых электродепо, где производят ремонт с подъемкой кузова, устраивают обкаточный путь длиной примерно 600 м для проверки вагонов, вышедших из ремонта.

Безопасность движения при маневровых передвижениях обеспечивают устройства электрической централизации, для чего каждое электродепо имеет самостоятельный пост централизации с постоянным дежурным персоналом.

На веере парковых путей проложены сеть сжатого воздуха с кранами, расположенными через 50 м, и электросиловая сеть напряжением 200 В с розетками. Это позволяет подключать пневматический и электрический инструменты при ремонтных работах на пути и производить их очистку при снежных заносах.

На территории электродепо располагают вспомогательные объекты, необходимые метрополитену: склады различного назначения, отстойник с бензомаслоуловителями для очистки сточных вод из водосточной сети электродепо, устройства для разгрузки платформ с мусором. Территории некоторых электродепо имеют отопительные котельные. Кроме того, на площадках размещают мастерские и производственно-ремонтные базы различных служб метрополитена: движения, пути, тоннельных сооружений, санитарной техники, СЦБ и связи, ремонтно-строительной, электромеханической, эскалаторной, электроподстанций и сетей. Они занимают отдельные здания либо помещения, сблокированные с электродепо.

По необходимости на территориях электродепо сооружают заводы или базы по ремонту ЭПС и эскалаторов.

Для транспортировки вагонов метрополитена из одного города в другой или с места их изготовления территория одного из электродепо обязательно должна иметь соединительную ветку с ближайшей железнодорожной станцией. По той же соединительной ветке на метрополитен прибывают железнодорожные вагоны с необходимыми для его производственно-хозяйственной деятельности грузами.

Транспортировку вагонов метрополитена по железной дороге осуществляют путем перемещения их по рельсовой колее специально выделенным для этой цели локомотивом.

Территории, занимаемые электродепо, обнесены забором, благоустроены, озеленены, асфальтированными дорогами соединены с городскими улицами, освещены, имеют водопровод с пожарными гидрантами, поливочными кранами, а также радиофицированы, оборудованы электронными часами (электрочасами).

Здание электродепо. Оно состоит из главного и административно-бытового корпусов. Главный корпус включает несколько отстойно-ремонтных пролетов (нефов или сараев), каждый из которых имеет 4—5 путей (стойл). По своему назначению эти пути подразделяют на пути, оборудованные смотровыми канавами, служащими для осмотра

и ремонта подвагонного оборудования, и пути без канав, на которых производят отстой вагонов и частично их осмотр, а также располагают резервные вагоны. Число путей со смотровыми канавами, как правило, составляет не менее половины их общего количества. Смотровые канавы оборудованы электросетью напряжением 220 и 36 В для подключения электрического инструмента, технологического оборудования, сварочных агрегатов и переносных осветительных ламп. Кроме того, каждый путь имеет сеть сжатого воздуха давлением 0,8 МПа (8 кгс/см^2), идущую от компрессорной станции электродепо, и воздухоразобщительные краны для подключения к ней пневматических магистралей вагонов. Расстояние между путями определяют из расчета расположения на них технологического оборудования и безопасного для обслуживания ремонтным персоналом соответствующего вида технического содержания ЭПС и моторно-рельсового транспорта.

Каждый промежуточный отстойно-ремонтный пролет по всей длине вдоль расположения путей имеет две смежные с соседними пролетами стены. На них устанавливают крышевое перекрытие с остекленным фонарем для создания естественного освещения расположенных внутри здания путей.

Для производства самых крупных в электродепо ремонтов ЭПС, ТР-2, ТР-3 с подъемкой кузова один из крайних отстойно-ремонтных пролетов выполнен с увеличенными по высоте размерами. По всей длине этого пролета расположены пристроенные к его внешней стене одно- или двухэтажные помещения для размещения в них производственных мастерских и материально-технического склада. Высота этих помещений, расположенных на первом этаже, составляет 4,5 м, а на втором — 3,0 м.

С внешней стороны здания электродепо торцовая часть всех отстойно-ремонтных пролетов закрыта остекленной стеной. В ряде случаев в электродепо с большим объемом ремонтных работ находятся мастерские в основном вспомогательных отделений РСУ (ремонтно-строительного участка). Длину отстойно-ремонтных пролетов выбирают из расчета расположения на одном его пути одного состава и одного резервного вагона. Когда нет возможности расширить емкость электродепо за счет увеличения числа отстойно-ремонтных пролетов, на одном пути устанавливают два состава. Длину отстойно-ремонтного пролета с участком подъемочного ремонта выбирают не более длины остальных пролетов при расположении на них одного состава.

Торцовая стена электродепо со стороны парковых путей имеет для каждого из них проемы для установки ворот с воздушной тепловой завесой, уменьшающей в зимнее время поступление холодного воздуха при входе и выходе составов в электродепо. Створки ворот оборудованы механизмами с электрическим приводом для их дистанционного открытия и закрытия. Все отстойно-ремонтные пролеты электродепо для проезда электрокар и прохода людей у торцовых стен соединены между собой проходами.

Перед мастерскими главного корпуса электродепо со стороны парковых путей расположен многоэтажный с лифтами административно-бытовой корпус, соединенный с остальным зданием закрытым переходом. В административно-бытовом корпусе размещены гардеробы, раздевалки, душевые, медицинский пункт, столовая, красный уголок, актовый зал, технический кабинет, комнаты отдыха локомотивных бригад, а также помещения общественных организаций, администрации, управленческого и инженерно-технического персонала. В месте хорошего обзора прилегающих к электродепо путей в этом корпусе располагают помещения для цеха ДДЭ и поста централизации,

необходимого для управления движением при заходе и выходе составов и отдельных вагонов из электродепо.

Здание электродепо имеет сеть горячего и холодного водоснабжения с разборными кранами, радиофицировано, оборудовано электрочасами и пожарной сигнализацией. Освещение помещений электродепо — естественное и искусственное электрическое. Кроме того, все канавы электродепо через определенное расстояние снабжены осветительными лампами.

Все помещения и пролеты здания электродепо должны удовлетворять соответствующим требованиям пожарной безопасности и иметь определенное число огнетушителей и пожарных кранов.

Для передвижения ЭПС внутри электродепо и выдачи его на линию или парковые пути, а также для проверки вагонов после их ремонта под высоким напряжением все пути электродепо, кроме отстойно-ремонтного пролета участка подъемочного ремонта, по всей длине имеют верхний контактный рельс со специальной кареткой и кабелем, надеваемым при необходимости на штырь токоприемника вагона.

Механизация наружной обмывки и очистки вагона и его крупногабаритных деталей. Со стороны, противоположной производственным мастерским и отстойно-ремонтному пролету с участком подъемочного ремонта к другому крайнему отстойно-ремонтному пролету главного корпуса электродепо, по всей его длине пристраивают изолированное помещение с рельсовой колеей и глубокой канавой, в которой располагают камеру для механической очистки вагонов от пыли. Железобетонными мостиками (с резиновыми уплотнениями по краям) камера на уровне пола вагона разделена на две зоны: верхнюю и нижнюю. Над крышами вагонов установлены металлические колпаки для лучшего удаления пыли.

Ходовые части вагона и его подвагонное оборудование вначале очищают путем продувки сжатым воздухом давлением 0,6 МПа, подаваемым через сопла, которые установлены снизу и сбоку камеры. Этот процесс осуществляют при заходе состава в камеру со скоростью 2—3 км/ч. После захода всего состава в камеру производят более тщательную очистку подвагонного оборудования сжатым воздухом из шланга с наконечником вручную.

Затем продувщик переходит в верхнюю зону камеры и изнутри вагона продувает вентиляционные черпаки, а через люки в полу тяговые двигатели. В продувочной камере подвергают пылесосной обработке кабину машиниста и пассажирский салон, а также внутреннее оборудование.

Сжатый воздух попадает в камеру по воздушной магистрали электродепо от деповской компрессорной станции. Во время обработки состава запыленный воздух из камеры удаляют через вытяжной трубопровод, который выполнен в виде металлического короба, расположенного по всей длине камеры, с последующей очисткой в водяном фильтре. В качестве вытяжной установки используют вентилятор производительностью 70 м^3.

Перед въездом в продувочную камеру расположено закрытое помещение с вагономоечной машиной, в которой имеется система вращающихся щеток, охватывающих боковые поверхности и крышу вагонов.

Вдоль щеток проложены трубки с форсунками, из которых производят обильное смачивание самих щеток и обмывание поверхностей вагона подогретой мыльной эмульсией. Грязная вода, стекая по стенкам вагона, попадает в дренажный лоток. При выходе из машины состав проходит зоиу обдува теплым воздухом и протирки сухими щетками. Управление машиной осуществляют с одного пульта. Весь процесс мойки шести-семивагонного состава занимает 8—10 мин при его скорости

движения 1—2 км/ч. При этом промывку черпаков вентиляции и торцовой части крыши вагона выполняют мойщики вручную со специальных подмостков.

Обработку состава в продувочной камере производят перед постановкой его на виды технического содержания по концевому маршруту, а наружнюю промывку на вагономоечной машине обычно через четыре дня эксплуатации на пятый по нулевому маршруту, а также при ТО-2, ТО-3 и ТР-1. После обработки состава на вагономоечной машине он должен пройти уборку внутренних помещений в объеме не меньшем чем при ТО-2.

Для обмывки рам тележек, колесных пар и других частей и деталей ЭПС в конце пролета участка подъемочного ремонта устанавливают моечную машину, выполненную на базе камерной машины ММД-12 и имеющую закрытую со всех сторон обмывочную камеру, установленную на фундамент, в середине которого расположен дренажный лоток для слива загрязненной воды. Над лотком по специальным направляющим приводной механизм челночно (взад и вперед) передвигает установленную на них транспортную тележку с объектом обмывки. Ее производят за счет подачи раствора горячей воды с содой при помощи сопл, расположенных по всему периметру камеры. Содовый раствор в сопла поступает из отстойника, находящегося рядом с камерой, через трубопроводы с помощью насоса.

Одна сторона камеры моечной машины ММД-12 имеет дверной проем, при работе машины закрываемый специальной шторкой. Перед моечной машиной со стороны дверного проема камеры под крановым полем расположена площадка с продолжением направляющих передвижения транспортной тележки, которую во время погрузки и разгрузки с нее объекта обмывки выдвигают из камеры. Обмывку мелких деталей выполняют путем загрузки их в металлическую корзину, устанавливаемую на транспортную тележку моечной машины ММД-12.

Управление данной машиной производят с одного пульта, расположенного вблизи ее.

Краново-подъемные приспособления, механизированный инструмент. Пункты восстановительных средств. Сокращение трудоемких и тяжелых условий труда в эксплуатационных электродепо идет по пути широкого внедрения в них различных подъемно-транспортных средств: кранов, тельферов и талей.

К основному грузоподъемному механизму эксплуатационного электродепо относят *мостовой кран,* расположенный в ремонтно-отстойном пролете участка подъемочного ремонта. Для установки мостового крана стены этого пролета имеют консоли, по всей длине которых проложены рельсовые пути, по которым передвигаются колесные транспортные тележки с электрическим приводом. Эти тележки служат опорой моста (основной конструкции крана), по которому на специальных направляющих в поперечном направлении по отношению к пролету может передвигаться грузовая тележка. На данной тележке смонтирован основной грузоподъемный механизм крана: электродвигатели, перемещающие тележку и барабаны намотки троса, а также редукторы, палистпаст и крюки.

В пролете участка подъемочного ремонта размещена стационарная лестница, заканчивающаяся на уровне кабины управления площадкой для возможности входа и выхода из нее крановщика.

Эксплуатационные электродепо, имеющие специализированные цеха по ремонту колесных пар, тяговых двигателей, мотор-компрессоров и изготовлению запасных частей, дополнительно оснащены тельферами. В помещениях производственных мастерских в зависимости от их размеров для переноса тяжелых аппаратов применяют различные тали.

Перенос грузов кранами, тельферами и талями осуществляют с помощью подвешенных на их крюках чалочных приспособлений, на которых перед началом погрузочных работ должно быть проверено наличие клейма с датой их испытания, а также их состояние на предмет отсутствия повреждений.

Эксплуатационные электродепо также оснащены различными по конструкции, грузоподъемности и приводу домкратами. По системе привода домкраты различают: электрические, гидравлические и ручные. Самые большие по грузоподъемности и размерам в электродепо домкраты с электрическим приводом служат для подъемки кузова вагонов с тележек. Остальные домкраты меньших размеров, в основном с гидравлическим приводом, применяют для вывешивания колесной пары над рельсами с целью обточки бандажей колес на специальном фрезерном станке, обработки коллектора тяговых двигателей при проточке его переносным токарным станком, а также для смены пружин надбуксового рессорного подвешивания на вагонах без производства ремонта с подъемкой кузова.

Домкраты служат основным инструментом такелажников пункта восстановительных средств (ПВС) при работах, связанных с обеспечением оперативной эвакуации ЭПС с линии. ПВС электродепо применяет в основном домкраты железнодорожного типа, позволяющие поднимать и опускать подвижной состав с одновременным перемещением его в сторону для возможности постановки колес на рельсы или ложные тележки. Такие домкраты должны быть комплектными, легкими и малогабаритными для осуществления их быстрой загрузки в аварийные автомобили. Также с помощью домкратов производят работы в стесненных условиях тоннеля метрополитена.

Пункты восстановительных средств размещают как отдельно, так и в сблокированных со зданием электродепо сооружениях, имеющих свободный выезд аварийных автомобилей с территории электродепо на улицы города. За каждым пунктом восстановительных средств закреплена определенная территориальная зона. ПВС возглавляет старший мастер, в подчинении у которого находится четыре смены такелажников и водителей аварийных автомобилей. Во главе с неосвобожденными бригадирами ПВС непосредственно подчинен начальнику электродепо.

Все грузоподъемные механизмы должны пройти определенное освидетельствование в назначенные для них сроки, а лица, эксплуатирующие и работающие с ними,— обучение, а также выдержать соответствующие испытания и получить свидетельство по установленной форме.

Из средств механизации в эксплуатационных электродепо, кроме грузоподъемных механизмов и моечных машин, применяют гайковерты для монтажа и демонтажа подвижного оборудования, различные стенды по разборке тележек и автосцепок и для обыкновенного освидетельствования колесных пар, а также кантователи рам тележек. Сокращение времени на затраты труда при всех видах технического обслуживания и ТР-1, где над ремонтными работами в основном преобладает осмотр вагонного оборудования, необходимо вести за счет широкого внедрения диагностических средств.

Участок работы комплексной бригады. Все виды технического обслуживания и ремонта ТР-1 в электродепо производят в промежуточных ремонтно-отстойных пролетах на путях (стойлах), имеющих глубокие канавы. Расстояние между осями путей для выполнения указанных видов технического содержания ЭПС и его отстоя в электродепо должно быть не менее 4,5 м, а высота отстойно-ремонтных пролетов — не менее 5,4 м над уровнем головки рельсов.

Один из путей ремонтно-отстойного корпуса, смежного с ремонтно-отстойным корпусом участка подъемочного ремонта, выделяют для расстановки на нем состава концевого маршрута и производства текущего ремонта ТР-1, а также технического обслуживания ТО-3 по концевому маршруту. Следующие за ним пути по мере удаления от участка подъемочного ремонта в очередности уменьшения объема ремонтных работ предназначены для выполнения на них ТО-3 по промежуточным маршрутам, ТО-2, а при необходимости ТО-1.

Между путями для производства ремонтных работ по концевому маршруту и ТО-3 промежуточного маршрута по всей длине междупутья выделен участок под размещение комплексной бригадой необходимого ей технологического оборудования.

В связи с тем что деятельность комплексной бригады в основном связана с осмотром ЭПС и мелкими ремонтными работами по его текущему содержанию, то она в основном использует слесарный инструмент для проверки крепления, монтажа и демонтажа отдельных вагонных деталей, а также измерительный инструмент, соответствующие шаблоны и переносные лампы. В целях выполнения мелкого ремонта комплексная бригада имеет слесарные верстаки с тисками, а из механизированного инструмента — гайковерты и приборы (шприцы) по запрессовке смазки в различные вагонные узлы с трущимися поверхностями.

Инструмент, горюче-смазочные материалы, необходимые комплексной бригаде для повседневной работы, размещают на специальных металлических стеллажах и шкафах, находящихся по всей длине междупутья данного участка. В начале этого участка выделяют место для проведения комплексной бригадой своих производственных планерок и совещаний, а также для автомата с газированной водой. Умывальники располагают, как правило, в конце и начале участка.

Участок подъемочного ремонта вагонов. Текущие ТР-2 и ТР-3 и случайные ремонты, связанные с подъемкой кузова и выкаткой тележек, производят на участке подъемочного ремонта.

Участок подъемочного ремонта находится в специальном отстойно-ремонтном пролете, оборудованном мостовым краном и гидродомкратами. Расстояние между осями и число путей этого отстойно-ремонтного пролета, а также высоту помещения выбирают в зависимости от объемов производственных работ, его планировки и размещения технологического оборудования.

Участок подъемочного ремонта, как правило, имеет четыре пути с глубокими канавами, которые предназначены: первый — для расстановки подвижного состава (моторно-рельсового транспорта, грузовых обмороженных вагонов) в целях погрузки и разгрузки на них снятых с вагонов деталей и оборудования и отправляемых в ремонт на другие предприятия метрополитена, второй и третий — выполнения ТР-3, четвертый — ТР-2 и случайных видов ремонта. В конце четвертого пути расположен колесно-фрезерный станок, как правило, КЖ-20, выполняющий обточку колесных пар без выкатки их из-под вагона. Четвертый путь заканчивает камера для окраски вагонов с малярным отделением ремонтно-строительного участка.

Каждый путь, на котором выполняют подъемку кузовов вагонов, имеет для этих целей три вагономеста, которые оборудованы гидродомкратами, тумбами для подъема и установки вагона. Места подъемки вагонов располагают в начале участка вблизи от ворот отстойно-ремонтного пролета под его крановым полем.

За каждым местом подъемки вагонов на путях имеется технологический промежуток для выкатки, подкатки, частичной разборки и сборки их тележек.

В основном разборку и сборку тележек производят на специализированных стендах или линиях, расположенных в междупутье за производственной площадью, выделенной для подъемки вагонов. Выкаченные из-под тележек колесные пары располагают рядом с местом разборки и сборки тележек на рельсовом пути для ожидания их отгрузки к месту ремонта. Здесь же на одном из междупутьев, свободном от разборки и сборки тележек, проезда электрокар и других транспортных средств, размещают снятые и отправляемые в ремонт, а также годные к эксплуатации тяговые двигатели и мотор-компрессоры. В конце рельсового пути подъемки вагонов располагают годные к эксплуатации колесные пары, рядом с которыми в междупутьях находятся стенды для их сборки и обыкновенного освидетельствования с технологической оснасткой снятия и напрессовки кулачков карданных муфт.

В конце пролета участка подъемочного ремонта на площадях за местом окончания рельсового пути подъемки вагонов при ТР-3 под крановым полем размещены стенды для ремонта рам тележек, сборки автосцепок, испытания воздушных резервуаров, а также кантователь рам тележек, машина для мойки тележек и других вагонных деталей, погрузочно-разгрузочная площадка для разгрузки транспорта.

Дефектоскопию деталей, снятых с вагона, при всех видах ремонта по специальному перечню производят в дефектоскопном отделении, расположенном в помещении производственных мастерских электродепо, техниками по замерам, которые подчинены старшему мастеру подъемочного участка. Дефектоскопное отделение имеет стационарный магнитный дефектоскоп, стеллаж для деталей, тумбу для клеймения, таль электрическую ТЭ025-31100-00, стол однотумбовый, набор соответствующих шаблонов, зарядное устройство и щитовую.

Слесарный и измерительный инструмент, различные шаблоны и приспособления, материалы и запасные части, необходимые для повседневной работы бригады участка подъемочного ремонта, а также верстаки с тисками и точила расположены по всей длине пролета участка подъемочного ремонта у стены, противоположной помещениям мастерских.

Монтаж и демонтаж оборудования вагона осуществляют специальными тележками с поднимающейся и выдвигающейся в сторону монтируемого оборудования платформой.

На участке подъемочного ремонта необходимо предусмотреть проезды для электрокаров и транспортных тележек, а также выезды их на территорию других участков и за пределы электродепо. Участок подъемочного ремонта должен иметь малогабаритные электропогрузчики.

Заготовительные отделения электродепо. Комплексная бригада и бригада участка подъемочного ремонта не выполняют работы по восстановлению изношенных и неисправных деталей и узлов ЭПС, а только заменяют их и производят текущее содержание вагонов в целом. Ремонт и восстановление снятых с вагонов комплексной бригадой и участком подъемочного ремонта деталей, аппаратов, приборов и узлов осуществляют работники специализированных бригад и заготовительных отделений электродепо, находящихся в помещениях его мастерских. Как правило, они подчинены старшему мастеру участка подъемочного ремонта и возглавляются при больших объемах ремонтных работ каждое своим мастером в отдельности. Все заготовительные отделения должны иметь необходимый слесарный и измерительный инструмент, соответствующие шаблоны, стенды и другое технологическое оборудование.

Аппаратное отделение предназначено для ремонта, регулировки и испытаний электрических аппаратов, снимаемых с вагонов. Оно состоит из четырех помещений: аппаратной мастерской, отделения пайки, приборной мастерской и щитовой сборки. В аппаратной мастерской данного отделения расположено следующее технологическое оборудование: верстаки и поворотный стол для ремонта аппаратов, шкаф для запасных частей, заточный станок НТЭ-175, настольно-сверлильный станок 2М-112, стеллаж, винтовой пресс и испытательные стенды. Отделение пайки имеет станок для пайки контактов, стол для пайки, ванну для полуды наконечников. В приборной находится стол и испытательный стенд для контроля работы электроприборов.

Как правило, аппаратное отделение обслуживает передвижной агрегат для проверки уставок тока реле (ускорения, торможения и перегрузок) непосредственно на составах по определенным маршрутам. В ряде электродепо эту работу выполняет комплексная бригада.

Автоматное отделение предназначено для ремонта и ревизии автотормозных и пневматических приборов. Оно состоит из шести помещений: ремонта гидроамортизаторов, мойки приборов, ремонта манометров, резерва приборов, прожировочной и основного — автоматной мастерской. Эта мастерская и помещение ремонта гидроамортизаторов имеют слесарные верстаки, столы для размещения приборов, испытательные стенды и металлические шкафы, моечную и прожировочную ванны для кожаных манжет.

Слесарно-механическое отделение служит для ремонта механического оборудования и изготовления запасных частей вагона.

Инструментальная предназначена для раздачи инструмента, его проверки, ремонта и испытания. Ее возглавляет помощник мастера слесарно-механического отделения.

В связи со специализацией участков подъемочных ремонтов, внедрением крупноагрегатного и поточного методов ремонта указанные участки отдельных электродепо переоборудованы в участки по ремонту колесных пар, тяговых двигателей, мотор-компрессоров, капитального ремонта, моторно-рельсового транспорта, изготовления ряда вагонных узлов и запасных частей. В таких случаях слесарно-механические отделения структурно входят в состав этих преобразованных участков под общим руководством старшего мастера. В отдельных случаях при наличии нескольких таких участков, расположенных как в основном, так и оборотном электродепо, они подчинены заместителю начальника основного электродепо по производству. При этом аппаратное и автоматное отделения, а также участок непланового ремонта и ТР-2 подчинены непосредственно заместителю начальника электродепо по ремонту.

Участок поездных устройств автоматики. Ремонт и текущее содержание устройств автоматики, электронного и радиооборудования, устанавливаемого на ЭПС метрополитенов, осуществляет участок поездных устройств автоматики (УПУА). Он структурно входит в состав цеха ремонта электродепо, возглавляется старшим мастером и располагается на втором этаже помещений производственных мастерских электродепо. Этот участок подразделен на следующие отделения: радиоотделение по ремонту тиристорного (электронного, импульсного) регулирования вагонов и контрольно-измерительный пункт (КИП) по ремонту устройств автоматического регулирования скорости (АРС) и автоведения. В состав УПУА входят дежурные электромеханики по текущему содержанию указанных устройств. Каждое отделение УПУА возглавляет старший электромеханик, в подчинении у которого работают электромеханики и электромонтеры.

Отделение тиристорного регулирования размещено в одном помещении; радиоотделение состоит из двух

помещений: одно — для ремонта поездной радиосвязи с диспетчером, громкоговорящих и оповестительных установок электродепо и вагонов, другое — для ремонта радиоинформаторов; контрольно-измерительный пункт — из двух помещений и кладовой.

Все отделения УПУА имеют столы для пайки, паяльники, стенды для ремонта и контроля соответствующей аппаратуры, осциллографы и другие электроизмерительные приборы, стеллажи для хранения резервных, отремонтированных или поступивших в ремонт блоков поездных устройств автоматики, радиооборудования и тиристорных регуляторов.

Помещение дежурных электромехаников по обслуживанию этих устройств непосредственно на вагонах для выполнения указанных целей снабжено необходимыми инструментами, приборами, схемами и чертежами. Дежурные электромеханики должны производить снятие и постановку на ЭПС блоков устройств АРС и автоведения в соответствии с графиком их ремонта. Также они должны проверять работу этих устройств совместно с вагонной электрической схемой управления поезда на составах по определенным маршрутам или после замены этих блоков по неисправности с помощью специальных стационарных стендов, которые имитируют подачу сигналов на подвижной состав от путевых устройств автоматики и расположены на каждой канаве электродепо, предназначенной для выполнения ТО-2, ТО-3 и ТР-1.

Ремонтно-строительный участок (РСУ). Текущее содержание здания, технологического оборудования и обслуживающих устройств (водопровода, канализации, отопления, вентиляции, воздушных магистралей для сжатого воздуха, электросети и т. д.) электродепо, а также закрепленной за ним территории вместе с сооружениями, расположенными на ней, осуществляет ремонтно-строительный участок. Он состоит из электроцеха с аккумуляторным отделением и вспомогательных отделений электродепо: столярного, обойного, малярного, а также компрессорной и котельной. Ремонтно-строительный участок возглавляет старший мастер (главный механик электродепо), подчиненный главному инженеру электродепо.

Электроцех, возглавляемый мастером, ответствен за текущее содержание электросиловых установок, электрической сети станочного парка, кранового хозяйства, а также электроприводов насосов и вентиляторов и электрокар электродепо.

Электроцех включает слесарей-электриков, производящих ремонт указанного оборудования и устройств, а также дежурных электромонтеров, осуществляющих повседневно контроль, осмотр и текущее обслуживание электрической сети, освещения, электрических сборок, щитовых, зарядной аппаратуры и трансформаторов здания электродепо. Ремонтное помещение электроцеха с его технологическим оборудованием находится на втором этаже производственных мастерских электродепо.

Электроцеху подчинено аккумуляторное отделение, состоящее из следующих помещений: зарядной со специальными стендами для установки на них аккумуляторных батарей на подзаряд; приборной, имеющей зарядные устройства УЗА-80-110; регенерации и приготовления электролита — с дистиллятором Д-2 и устройством-смесителем; ремонта аккумуляторов (аккумуляторной); сушки и покрытия битумным лаком их деревянных футляров с сушильным шкафом; промывочной — со специальной установкой для промывки аккумуляторных батарей и вентиляционной камеры. Аккумуляторное отделение предназначено в основном для текущего содержания вагонных аккумуляторных батарей. Его подразделяют на усиленный подзаряд, выполняемый им через каждые 3 мес, и ревизию — через 6 мес их

эксплуатации. Снятие и постановку аккумуляторных батарей с ЭПС на усиленный подзаряд и ревизию, а также транспортировку их в аккумуляторное отделение осуществляют аккумуляторщики по маршрутам, на которых вагонам производят ТО-2, ТО-3 и ТР-1.

При выполнении усиленного подзаряда аккумуляторные батареи устанавливают в зарядное помещение на специальные стенды, в каждой банке проверяют плотность и уровень электролита, при необходимости добавляют его из устройства — смесителя, расположенного в помещении приготовления электролита, а затем выполняют усиленный подзаряд.

Ревизию аккумуляторных батарей осуществляют сначала со слива и промывки в промывочном помещении с помощью специального стенда. После чего аккумуляторные банки заливают новым электролитом с одновременным ремонтом, сушкой и окраской их деревянных футляров в соответствующем помещении.

Затем аккумуляторные банки формируют в батарею, которую устанавливают на специальные стенды в зарядное помещение для ее испытания.

Вспомогательные отделения ремонтно-строительного участка (малярное, столярное и обойное) имеют соответствующее технологическое оборудование для производства ремонтных работ по текущему содержанию здания электродепо и ремонту вагонов:

малярное — по окраске их при ТР-2 и ТР-3, столярное — по восстановлению деревянных деталей кузова и обойное — по отделке салона вагона.

Вспомогательные отделения электродепо обычно располагают в ремонтно-отстойном пролете участка подъемочного ремонта или на втором этаже производственных мастерских электродепо, а малярное отделение иногда размещают в помещениях, предназначенных для окраски вагонов.

Этими отделениями руководит мастер, которому также подчинены слесари-сантехники, отвечающие за работу водопровода, канализации, воздушных магистралей, устройств вентиляции, отстойных сооружений электродепо, гидравлического оборудования вагономоечных машин и сушильных камер, а также котельной и компрессорной. Ремонт своего оборудования слесари-сантехники выполняют на втором этаже производственных мастерских.

Механическую часть станков, крановое и другое технологическое оборудование электродепо, ответственность за текущее содержание которого несет ремонтно-строительный участок, ремонтируют в слесарно-механическом отделении электродепо.

Технический контроль за обслуживанием хозяйства ремонтно-строительного участка электродепо осуществляют входящие в его состав инженеры по деповскому оборудованию. Данные работники ведут и оформляют записи в паспорт электродепо, в котором показаны все основные характеристики его сооружений, оборудования и обслуживающих устройств, а также отражены изменения при их реконструкции и ремонте.

Компрессорную и котельную станции электродепо из-за специфики их работы и вредного воздействия на производство остальных видов работ располагают, как правило, в отдельных сооружениях.

Моторно-рельсовый транспорт. Моторно-рельсовый транспорт на метрополитене используют как для хозяйственных нужд электродепо, так и для метрополитена в целом, а именно: для транспортировки промывочных, снегоуборочных и других агрегатов, перевозки рельсовых плетей, шпал, щебня и прочих грузов. Моторно-рельсовый транспорт на линиях метрополитена в отличие от грузовых вагонов может работать

только в ночные часы, а на парковых путях электродепо — круглосуточно.

В качестве локомотивов моторно-рельсового транспорта применяют мотовозы и автодрезины с бензиновым двигателем и механической передачей крутящего момента на колесные пары; в качестве прицепных единиц — платформы различной грузоподъемности.

Эксплуатацию и текущее содержание моторно-рельсового транспорта осуществляет специализированный участок (мотодепо), подчиненный непосредственно начальнику электродепо как основного, так и оборотного. Во главе участка назначают старшего мастера.

Все подвижные единицы моторно-рельсового транспорта после каждой рабочей смены подвергают техническому осмотру.

После оформления журнала готовности старший мастер участка моторно-рельсового транспорта передает сведения диспетчерской группе планирования службы движения о числе мотовозов и автодрезин, подготовленных к очередной смене. Сформированные хозяйственные составы принимают локомотивные бригады, после чего бригадир машинистов докладывает о готовности к выезду. Как правило, хозяйственный поезд должен сопровождать представитель организации, в адрес которой направляется груз.

Организация планово-предупредительных и капитальных ремонтов моторвагонного транспорта аналогична организации, принятой для ЭПС. Отличие заключается в том, что сроки ремонта установлены в зависимости не от пробега вагонов, а от числа отработанных смен. Производство планово-предупредительных ремонтов моторно-рельсового транспорта организовано на его участке, который в одних электродепо располагают в целях пожаробезопасности в изолированном помещении главного корпуса, в других — в отдельно стоящем здании на территории парковых путей. Капитальные виды ремонтов моторно-рельсового транспорта осуществляют на ремонтных заводах МПС.

На некоторых метрополитенах страны в качестве локомотивов моторно-рельсового транспорта начали применять контактно-аккумуляторные электровозы. Как и грузовые вагоны, они построены на базе обычных пассажирских.

§ 21. Организация ремонта на заводах

Основные принципы выбора метода организации технологического процесса заводского ремонта. На ремонтных заводах МПС СССР производят капитальный ремонт ЭПС метрополитена первого и второго объемов (КР-1, КР-2).

Технологический процесс капитального ремонта первого объема КР-1 содержит операции подъемки вагона, выкатки тележек, демонтажа и снятия с вагона электрического, пневматического и механического оборудования, разборки всех агрегатов, электрических машин, аппаратов и узлов, дефектировки деталей, ремонта их с целью восстановления ресурса, а также ремонта кузова, контроля состояния электропроводки и сборки оборудования на вагоне с соответствующими пооперационными измерениями и испытаниями.

При КР-1 осуществляют восстановительную окраску кузова вагона внутри и снаружи.

При производстве КР-2 выполняют подъемку вагона, демонтаж и ремонт электрического, пневматического, механического оборудования, ремонт и монтаж оборудования, замену покрытия пола, стен и потолков вагоиа, кабины машиниста, замену экранов пола, электропроводов и кабелей, трубопроводов пневматической и электрической схем, капитальную окраску вагона.

При выполнении заводского ремонта проводят также работы по модернизации оборудования.

Существует несколько методов организации технологического процесса заводского ремонта вагонов. Выбор наиболее рационального и вместе с тем прогрессивного метода соответственно влияет на экономическую эффективность работы предприятия.

Прогрессивная организация технологического процесса обеспечивает планомерное, рациональное и наиболее полное использование рабочего времени и механизмов при достигнутом уровне развития техники, технологии и передового производственного опыта.

Совершенствование организации производства на вагоноремонтных заводах осуществляют по следующим основным направлениям:

комплексной механизации и автоматизации производства;

концентрации производства;

дальнейшему расширению специализации и кооперирования;

внедрению поточного метода ремонта и конвейеризации поточных линий;

внедрению достижений научной организации труда.

Все эти направления тесно связаны между собой и взаимно обуславливают друг друга.

Стержневым вопросом технического прогресса является комплексная механизация и автоматизация производства. Механизация заключается в замене ручного труда работой машины или механизма. Комплексная механизация — это механизация нескольких связанных между собой основных и вспомогательных технологических процессов производства. Материально-технической основой комплексной механизации является система машин, механизмов и установок, составляющих комплект оборудования, подобранный в увязке с технологическим процессом.

Такая механизация обеспечивает более высокую технико-экономическую эффективность.

Автоматизация технологических процессов является высшей ступенью механизации.

Концентрация производства при ремонте подвижного состава подразумевает создание крупных ремонтных баз, обладающих достаточными экономическими и техническими возможностями. Такие предприятия готовят для организации ремонта ЭПС индустриальным методом с широким внедрением комплексной механизации и автоматизации производства.

Специализация предусматривает максимальное сокращение разносерийности подвижного состава, ремонтируемого на заводе или другой ремонтной базе. Освоение ремонта вагонов одной серии или модификации этой же серии позволяет применять поточный и поточно-конвейерный методы организации технологического процесса. Расширяя специализацию производства, добиваются значительного повышения качества ремонта, производительности труда, эффективности использования технологического и специального оборудования. Специализацию вводят также внутри предприятия для отдельных цехов, участков, рабочих мест.

Кооперирование производства неразрывно связано со специализацией. Путем расширения кооперирования между ремонтными предприятиями, заводами, депо, ремонтными базами добиваются положительных результатов в повышении производительности труда, эффективности производства, использовании оборудования.

Научная организация труда рассматривает широкий круг вопросов технического, организационного, социального планов.

Учитывая современный уровень развития организации производства на сети железных дорог, выделяют четыре основных метода организации технологического процесса ремонта подвижного состава:

стационарный с индивидуальным ремонтом оборудования;

стационарный с крупноагрегатным ремонтом оборудования;

поточный;

поточно-конвейерный.

Каждый из этих методов имеет свои преимущества и недостатки в зависимости от условий производства, объемов ремонта и других факторов.

Стационарный метод с индивидуальным ремонтом оборудования предусматривает такую организацию работ, когда вагон после подъемки устанавливают на стапель и он находится на этой позиции до опуска на тележки. Все работы на вагоне выполняют на одной позиции. При этом методе все снятые с вагона агрегаты, аппараты и другое оборудование после ремонта вновь монтируют на тот же вагон.

К преимуществам метода относят компактность небольших производственных площадей, малую трудоемкость подгоночных и регулировочных операций при монтаже оборудования. К недостаткам — зависимость простоя вагона от объемов и времени ремонта каждого агрегата, ограниченная возможность применения комплексной механизации на позиции ремонта вагона.

Стационарный метод с крупноагрегатным ремонтом оборудования предлагает также ремонт вагона на стапеле, но агрегаты, снятые с вагона, заменяют другими, отремонтированными заранее. Такой метод основан на принципе взаимозаменяемости. Для его внедрения на предприятии создают оборотный фонд, который включает технологический и переходящий запасы агрегатов.

Технологическим запасом компенсируют опережение по графику сроков потребности в агрегатах для их монтажа над сроками окончания ремонта агрегатов, снятых с вагона.

Расчет потребного технологического запаса агрегатов или узлов упрощенно производят по формуле

$$N_т = Vn\ (t_1 - t_2)/S,$$

где V — число вагонов по плану ремонта на расчетный период (месяц, год);

n — число агрегатов или узлов данного типа на одном вагоне;

t_1 — норма времени ремонта одного агрегата с учетом его транспортировки от вагона и обратно, раб. дни;

t_2 — время от момента снятия с вагона агрегата до его постановки на этот же вагон по графику технологического процесса ремонта вагона, раб. дни;

S — число рабочих дней в расчетном периоде.

Потребность в технологическом запасе отпадает в том случае, когда $t_1 \leqslant t_2$.

Переходящий запас создают с целью обеспечения выполнения графика ремонта вагона в случаях, когда отдельные узлы или агрегаты имеют сверхнормативный износ или значительные повреждения, значение переходящего запаса определяют по формуле

$$N_р = N_т n_1/n,$$

где n_1 — число узлов и агрегатов, по которым ведут расчет запаса из числа поступивших в ремонт за расчетный период со сверхнормативным износом или повреждениями (определяют на основе анализа предыдущих периодов).

Оборотный фонд агрегатов или узлов одного наименования на предприятии при ремонте вагона вычисляют, суммируя технологический и переходящий запасы:

$$N = N_т + N_р.$$

К преимуществам стационарного метода с крупноагрегатным ремонтом узлов и деталей относят снижение простоя вагона в ремонте и возможность внедрения специализации ремонтного персонала. Простой в ремонте зависит от времени разборочно-сборочных операций на вагоне и работ по ремонту кузова на стапеле и не зависит от времени ремонта агрегатов.

При этом методе выделяют работы разборочно-сборочные, по ремонту агрегатов и узлов, изготовлению запасных частей и ремонту деталей. К преимуществам относят также возможность размещения вагоноремонтного производства на небольших площадях.

Недостаток метода — ограниченная возможность применения комплексной механизации на позиции ремонта вагона.

Поточный метод организации работ предусматривает ремонт вагона на нескольких специализированных технологических позициях, по которым он последовательно перемещается. Специализацию позиций осуществляют в соответствии с разработанным графиком технологического процесса ремонта вагона. Каждую позицию оснащают специальным высокопроизводительным инструментом и механизированными технологическими устройствами.

При поточном методе используют крупногабаритный ремонт узлов и широкую специализацию ремонтного персонала. Этот метод дает возможность организовать высокомеханизированные рабочие позиции, применять передовую технологию ремонта, а также новые формы организации труда. Однако поточный метод организации технологического процесса возможен при условии наличия достаточных производственных площадей.

Поточно-конвейерный метод организации производства при ремонте вагонов является наиболее совершенной и производительной формой организации поточного метода. При поточно-конвейерном методе ремонт вагона выполняют на специализированных позициях, расположенных последовательно в технологическом потоке. Перемещение вагона по позициям осуществляют с помощью транспортного конвейера, придерживаясь при этом рассчитанного на основании графика технологического процесса ритма. Специализированные технологические позиции в совокупности с транспортным конвейером образуют поточно-конвейерную линию.

Применение этого метода организации расширяет возможность механизации и автоматизации производственных процессов при ремонте вагонов. Использование конвейеров на поточных линиях с принудительным движением объекта ремонта является наилучшей формой осуществления принципов непрерывного потока. Конвейер, дисциплинирующий процесс ремонта или разборочно-сборочных операций, исключает возможность существенного нарушения установленной последовательности в выполнении операций, которые предусмотрены технологическим процессом. Определенный заранее ритм конвейерного процесса является важным организующим фактором, способствующим обеспечению равномерного выпуска готовой продукции.

Внедрение конвейеров при поточном методе ремонта, применение при этом механизации и автоматизации трудоемких технологических работ, передовых приемов организации труда дает значительный технико-экономический эффект, главным показателем которого является рост производительности труда.

При выборе и технико-экономическом обосновании оптимального варианта организации технологического процесса ремонта подвижного состава учитывают два основных фактора:

местные особенности и технические возможности ремонтной базы;

показатели экономической эффективности внедрения метода организации.

Первый фактор включает место расположения предприятия, производственные площади, энерговооруженность, мощность парка станочного оборудования и перспективы развития этих характеристик. На основе анализа характеристик предприятие выбирает два-три метода организации процесса ремонта.

Затем выполняют расчет показателей экономической эффективности при внедрении каждого метода. При этом используют типовую методику.

Для оценки экономической эффективности применяют следующие основные показатели:

капитальные вложения, необходимые для внедрения метода;

себестоимость единицы ремонта подвижного состава (или отдельных технологических операций);

сроки окупаемости капитальных вложений.

Основные показатели выражают совокупность затрат настоящего и прошлого труда для осуществления мероприятий при внедрении того или иного метода организации.

Расчет годового экономического эффекта или годовой экономии в рублях, полученной от внедрения того или иного метода организации ремонта, осуществляют по формуле

$$Э_{год}=[(C_с+EK_с)-(C_{пр}+EK_{пр})]N_{пр},$$

где $C_с$ и $C_{пр}$ — себестоимость на единицу продукции соответственно до и после внедрения метода, руб.;

$K_с$ и $K_{пр}$ — удельные капитальные затраты, т. е. суммы производственных основных и оборотных фондов на единицу годового выпуска продукции до и после внедрения метода, руб.;

E — нормативный коэффициент сравнительной эффективности капитальных затрат (для железнодорожного транспорта — 0,15);

$(c_с+EK_с)$ — приведенные затраты на единицу продукции до внедрения метода, руб.;

$(C_{пр}+EK_{пр})$ — то же после внедрения метода, руб.;

$N_{пр}$ — проектируемая годовая программа выпуска продукции (в натуральных единицах).

Кроме основных показателей, для более полного обоснования варианта в отдельных случаях используют наиболее важные дополнительные (натуральные). При ремонте подвижного состава к числу таких показателей относят производительность труда (выработка на одного рабочего или снижение трудоемкости ремонта), продолжительность простоя в ремонте, ритмичность, расход энергии, топлива, материалов, увеличение годового выпуска продукции, повышение качества ремонта и др.

Наряду с технико-экономической оценкой внедрения нового метода организации ремонта подвижного состава определяют также степень его прогрессивности по социальным показателям, облегчению и оздоровлению условий труда, удобству и уровню безопасности, повышению квалификации рабочих и др.

При сравнении различных вариантов организации технологического процесса ремонта моторвагонного подвижного состава или его оборудования считают оптимальным тот, который обеспечивает выполнение заданной программы при высоком уровне качества с наименьшими затратами живого труда при минимальных капиталовложениях, а также имеет преимущества по экономическим и социальным показателям.

Техиологическая плаиировка завода при поточно-коивейерием методе ремоита моторвагоиов. Завод по ремонту электроподвижного состава метрополитена рассчитан на годовой выпуск из КР-1 1000 ед. вагонов, КР-2 — 150 ед. при условии организации работ в две смены. Производственный корпус занимает территорию общей площадью около 50 тыс. м^2. Имеются подъездные пути от линий метрополитена. Корпус разделен на технологические пролеты и отдельные блоки цехов и участков (рис. 128).

Пролет разборки вагонов *(1)* расположен перпендикулярно к основному направлению конвейерных линий ремонта. Его ширина 30 м. В него входят следующие участки: разборки вагонов, предварительной разборки тележек, сдачи вагонов после окраски. Пролет

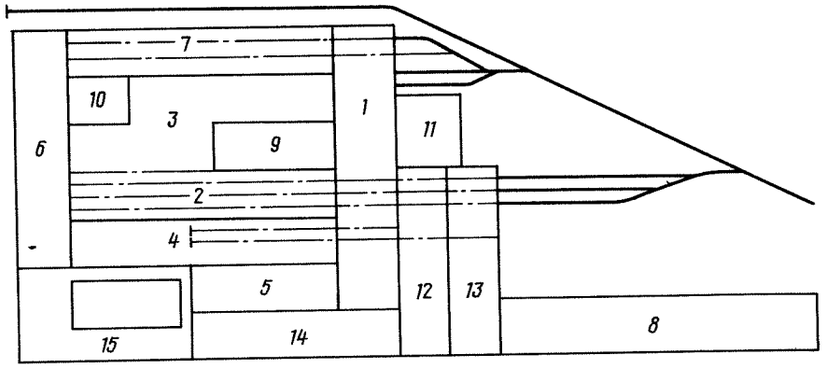


Рис. 128. Технологическая схема завода

оснащен двумя мостовыми кранами грузоподъемностью 30/5 т, имеет две смотровые канавы (на участке сдачи вагонов), железнодорожные пути и стационарные стапели для разборки и демонтажа оборудования вагона, а также специализированные участки для капитального ремонта первого и второго объемов. К пролету разборки примыкают подъездные пути метрополитена.

Пролет поточно-конвейерных линий ремонта вагонов *(2)* — главный конвейер завода. Занимает центральную часть производственного корпуса и имеет длину 132 м, ширину 24 м. Пролет оснащен двумя мостовыми кранами грузоподъемностью 15/3 т. В пролете расположены три поточно-конвейерные линии: две капитального ремонта вагонов первого объема, одна — ремонта второго объема. Каждая поточно-конвейерная линия оснащена технологическим оборудованием, имеет смотровые канавы.

В этом пролете осуществляют ремонтные работы непосредственно на кузове вагона, демонтаж оборудования, ремонт кузова, замену электропроводки и трубопроводов, монтаж оборудования, опуск вагона на тележки. Для выполнения указанных работ каждая линия снабжена шестью специализированными позициями, расположенными в направлении потока.

Пролет ремонта оборудования вагона *(3)* расположен параллельно пролету главного конвейера. В него входят отделения ремонта электро- и пневмоаппаратов, электро- и пневматикомонтажные, столярно-стекольное и обойное, а также участок испытаний электрической аппаратуры. Отделения и участки оснащены технологическим оборудованием. Электро- и пневмоаппаратные, столярно-стекольное и обойное отделения имеют кран-балки грузоподъемностью 3,2 т. В ремонтных отделениях пролета выполняют очистку, разборку, ремонт, укомплектование, сборку и испытания оборудования, снятого с вагона. После ремонта оборудование транспортируют к позициям его установки на вагон в пролет конвейерных линий.

Пролет ремонта тележек *(4)* расположен также параллельно пролету главного конвейера. Его ширина 24 м, длина 132 м.

Пролет оснащен двумя мостовыми кранами грузоподъемностью 15/3 т. В нем расположены участки разборки и сборки тележек, поточная конвейерная линия рам тележек, комплектовочная кладовая, накопитель готовой продукции.

Пролет механокомплектовочных работ *(5)* имеет ширину 24 м, длину 102 м. Оснащен двумя мостовыми кранами грузоподъемностью 5 т. В пролете располо-

жены участки: станочный, слесарный, инструментальный, а также цеховая ремонтная база, которые имеют соответствующие станочное и технологическое оборудование. В этом пролете производят работы по ремонту и комплектовке механического оборудования вагона (автосцепки, тормозной рычажной передачи, деталей тележки и кузова вагона), изготовлению запасных частей и деталей комплектации.

Пролет трансбордерной тележки *(6)* располагается перпендикулярно пролету главного конвейера. Ширина пролета 24 м, длина 120 м. В него выходят пути из основных пролетов и блоков производственного корпуса. Пролет оснащен трансбордерной тележкой грузоподъемностью 50 т для поперечного перемещения вагона или его тележки.

Пролет окрасочных работ *(7)* имеет ширину 24 м, длину 132 м. В нем расположены две технологические поточно-конвейерные линии окраски вагона: восстановительной и капитальной окраски. Каждая линия имеет по пять технологических камер: окраски (две), сушки (две), окраски в электростатическом поле — одна, работающая в автоматическом режиме. Пролет окраски оборудован мощной вентиляцией.

В пролете *7* выполнены технологические фильтрующие тамбуры.

Блок колесно-ремонтных работ *(8)* примыкает к основному производственному корпусу и имеет ширину 27 м, длину 162 м. Он оборудован двумя пролетами, в одном из которых расположена механизированная поточная линия демонтажа и предварительного освидетельствования колесных пар, а также отделение по ремонту роликовых подшипников, в другом — поточная линия (механизированная) ремонта, освидетельствования и монтажа колесных пар. Первый пролет оснащен кран-балкой грузоподъемностью 3 т, второй — двумя мостовыми кранами грузоподъемностью по 5 т каждый. В пролетах также установлено технологическое и станочное оборудование.

Участок ремонта электрических машин *(9)* находится в пролете *3* и имеет ширину 15 м, длину 60 м. Он оснащен кранбалкой грузоподъемностью 5 т. На участке расположена механизированная поточная линия по ремонту тяговых электродвигателей, специализированная позиция по ремонту мотор-компрессоров и испытательная станция.

Участок высоковольтных испытаний вагонов *(10)* расположен в пролете *3* с шириной 24 м, длиной 30 м. Он имеет четыре смотровые канавы, на которых оборудованы стенды высоковольтных испытаний и обкатки вагонов. На каждой из канав устанавливают при испытаниях по одному вагону. Пути стендов сообщаются с пролетом трансбордерной тележки. Участок представляет зону повышенной опасности, поэтому он оборудован специальными сигналами н блокирующими устройствами.

Блок снятия окрасочного покрытия и грунтовки *(11)* находится у пролета разборки вагона. Он состоит из отделений снятия окрасочного покрытия и грунтовки. В первом отделении размещены камеры частичного и полного снятия окраски, работающие в автоматическом режиме. Оно оснащено мощной вентиляцией. В отделении грунтовки находится камера грунтовки.

Склад колесных пар и электромашин *(12)* имеет ширину 24 м и длину 48 м. Он оснащен двумя кран-балками грузоподъемностью 5 т, имеет рельсовые пути. Помещение склада служит местом хранения оборудования в ожидании ремонта и для комплектации вагонов.

Транспортная эстакада *(13)* представляет крытую площадку, оснащенную мостовым краном

грузоподъемностью 15/3 т. Она служит для разгрузки и погрузки грузовых вагонов, автотранспорта, а также для перемещения колесных пар между колесно-ремонтным блоком и складом первых.

Блок гальванопокрытий *(14)* имеет размеры в ширину 18 м, в длину 126 м. В нем расположены участки гальванопокрытий, химической очистки деталей, а также главный магазин. Участок гальванопокрытий оснащен полуавтоматическими поточными линиями, имеет мощную вентиляцию.

Административно-бытовой корпус (АБК) *(15)* примыкает к производственному. Он имеет четыре этажа. Размеры АБК в ширину 48 м, в длину 86 м. Административный корпус имеет внутренний двор размером в плане 24×60 м^2.

Последовательность перемещения вагонов и вагонного оборудования при поточно-конвейерном методе ремонта. Вагон подают по подъездным путям в пролет разборки. Здесь производят определение объема ремонта, отсоединяют кузов от тележки. Вагоны, требующие КР-1, поднимают мостовым краном и устанавливают на технологические тележки, расположенные на конвейерных линиях КР-1. Вагоны, требующие КР-2, с помощью мостового крана размещают на разборочном стапеле. Тележки вагонов мостовым краном подают на позицию предварительной разборки. Далее кузов вагона (КР-1) подают по позициям поточно-конвейерной линии. Оборудование, снятое с вагона, транспортируют в отделения ремонта, ремонтируют и устанавливают на вагон на соответствующей позиции конвейера. На позиции *6* вагон опускают на отремонтированные тележки. Далее он через пролет трансбордерной тележки попадает на участок высоковольтных испытаний.

После испытаний вагон подают через трансбордер в пролет окрасочных работ на соответствующий конвейер, а затем на участок сдачи.

Кузов вагона (КР-2) после полной разборки его на стапеле разборочного пролета устанавливают на технологические тележки и подают в отделение снятия окрасочного покрытия, а затем в отделение грунтовки. После этого кузов транспортируют на первую позицию поточно-конвейерной линии КР-2, затем его опускают на отремонтированные тележки. Далее перемещение вагона по технологическим позициям происходит аналогично КР-1.

Тележку после предварительной разборки подают на поточную линию ремонта, где осуществляют ее разборку, очистку, ремонт и сборку. Колесные пары отправляют на ремонт в колесно-ремонтный блок, тяговые двигатели — на участок ремонта электромашин, детали механической части тележки — в механокомплектовочный пролет. После ремонта колесные пары и тяговые электродвигатели транспортируют на склад колесных пар, а комплекты механического оборудования — непосредственно в комплектовочную кладовую пролета ремонта тележек.

Организация планирования и управления производством. Управление производством на заводе по ремонту ЭПС осуществляют на основе типовой структурной схемы, предусматривающей функциональное распределение обязанностей, прав и ответственности между отделами и производственными подразделениями.

Система организации планирования и управления производством предусматривает этапы формирования долгосрочного и годового планов производства, подготовки производства и его управления, а также анализ хозяйственно-экономической деятельности предприятия и его отдельных подразделений.

Формирование плана осуществляют с учетом расчетной производственной мощности завода в приведенных единицах, а также потребности эксплуатационных пред-

приятий в ремонте подвижного состава и его агрегатов. Расчет производственной мощности выполняют, как правило, каждые пять лет, а также при вводе новых площадей или расширении существующих. Ежегодно производят анализ использования производственных мощностей. Годовой план производства реализуют через систему внутризаводского планирования.

При поточно-конвейерном методе организации ремонта электровагонов применяют систему внутризаводского планирования, основанную на постоянном соблюдеиии калеидарных опережеиий в расчете всех вспомогательиых производств относительно основного изделия — вагона. При этом каждому цеху, участку назначают календарное опережение относительно сроков выпуска вагона вагоносборочным цехом, устанавливают последний порядковый номер агрегата, узла, которые должны быть укомплектованы цехом в предстоящем месяце.

Строят графики опережений, определяют цеховые месячные заделы. Например, месячная программа ремонта электровагонов составляет 50 ед. Тогда при технологическом опережении готовности тележек 2 дня можно рассчитать месячный задел для участка ремонта тележек и порядковый номер их последнего комплекта на предстоящий месяц $n_м$ по формуле

$$n_м = N_в + n_в t,$$

где $N_в$ — месячная программа ремонта вагонов;
$n_в$ — среднесуточный выпуск вагонов;
t — время опережения, с.

В нашем случае

$$n_м = 50 + 2{,}5 \times 2 = 55.$$

Изготовление запасных частей и отдельных деталей рассчитывают по графикам подекадных заданий, которые учитывают производство деталей установленными технологическими партиями.

При таком планироваиии детали сдают на склад для пополнения постоянного расчетного технологического задела.

Выпуск деталей, изготовляемых по сложной маршрутной технологии, рассчитывают по графикам, которые учитывают размер партии и выделенные для контроля технологические операции. Такую систему называют системой оперативного пооперационного планирования (детали колесных пар: колесные центры, зубчатые колеса, шестерни и др.).

На основе месячных графиков на каждом участке разрабатывают сменные задания для бригады или отдельных исполнителей.

Оперативный контроль за исполнением графиков ведет производственно-диспетчерская служба, которая в необходимых случаях оказывает воздействие на те или иные звенья производства с целью ликвидации диспропорций.

В целом все перечисленные методы в совокупности с оперативно-производственным планированием материально-технического снабжения запасными деталями и материалами составляют систему непрерывного оперативно-производственного планирования поточно-конвейерного ремонта электровагонов метрополитена.

§ 22. Охрана труда при техническом обслуживании и ремонте

Общие положения. Обслуживание и ремонт подвижного состава в депо и пунктах технического осмотра представляют определенные трудности в связи с наличием высокого напряжения, движением составов, перевозкой местных грузов. Поэтому необходимо строго соблюдать правила технической эксплуатации, инструкции по технике безопасности (ТБ), а также приказы, распоряжения и указания по другим вопросам охраны труда.

Под руководством начальника и главного инженера электродепо, завода или службы подвижного состава проводится планомерная работа по созданию безопасных условий труда, соблюдению правил производственной санитарии, предупреждению травматизма, а также строгому выполнению трудового законодательства.

Конкретный перечень мероприятий с указанием сроков их внедрения содержится в комплексном плане экономического и социального развития, имеющемся в каждом депо, на каждом ремонтном заводе.

Безопасные условия труда должны быть на каждом рабочем месте.

Условия труда считаются *нормальными,* если в надлежащем состоянии содержится документация, а также в соответствии с действующими нормами производственные и санитарно-бытовые помещения; в исправном состоянии находится оборудование, инструменты, инвентарь, транспортные и грузоподъемные средства; поддерживается порядок и чистота на рабочих местах и обеспечиваются нормальные вентнляция, отопление, освещение.

Соблюдение этих условий способствует повышению производительности труда, создает благоприятный микроклимат в рабочем коллективе, хорошее настроение.

Каждый работник службы подвижного состава должен иметь отчетливое представление об опасностях при работе на электроподвнжном составе и мерах предупреждения несчастных случаев.

Необходимо знать правила оказания первой медицинской помощи и уметь это делать практически — при поражении электрическим током или в случаях производственного травматизма.

Нужно знать правила противопожарной безопасности, уметь пользоваться средствами тушения пожара.

На каждом предприятии действует четкая система контроля безопасности труда, обеспечивающая безопасные условия труда на производстве, соблюдение норм и правил эксплуатации и ремонта, соблюдение трудового законодательства.

При комитетах профсоюза электродепо или подразделений работают комиссии по охране труда. Кроме того, на участках из состава наиболее активных рабочих избираются общественные инспекторы по охране труда.

Поддержанию нормальных условий труда способствует действующая на всех предприятиях оправдавшая себя система трехступенчатого контроля. Обеспечивая безопасные условия труда работающих, руководители депо организуют инструктаж и проверку знаний по технике безопасности работников, связанных с ремонтом и эксплуатацией подвижного состава, а также контролируют оформление вновь поступающих, знакомят их с условиями работы.

Высокой бдительности требует работа на предприятиях транспорта. Необходимо быть предельно внимательным при выполнении каждой операции как в условиях эксплуатации, так и на ремонте.

Запрещается прикасаться к проводам, частям машин, приборам и аппаратам, находящимся под напряжением. Каждый работник должен знать, что опасным для жизни человека является напряжение выше 12 В. Наиболее опасным аппаратом вагона является токоприемник и незаземленное подвагонное оборудование.

Работать надо обязательно в спецодежде, всегда под рукой иметь предохранительные приспособления (диэлектрические перчатки, резиновые боты, калоши, каски и т. п.), правильно ими пользоваться.

Не только самому нужно строго соблюдать правила техники безопасности, но и следить за тем, как их выполняют рядом товарищи по работе. У опытных рабочих надо учиться безопасным приемам работы, не допускать случаев травматизма.

Контроль за выполнением установленных норм и правил в подразделениях службы, в депо и на заводах осуществляют инженеры по охране труда. За нарушение действующих правил и норм охраны труда установлена строгая ответственность в соответствии с законодательством.

Инструктаж, обучение и проверка знаний ремонтного персонала. Каждый работник депо или любого подразделения службы подвижного состава, а также ремонтного предприятия должен пройти инструктаж, обучение и проверку знаний по технике безопасности.

О проведении инструктажа делается запись в журналах учета инструктажа, которые имеются в каждой дистанции, на околотках, в сменах и бригадах с подписью инструктируемого и инструктирующего. На метрополитене установлены четыре вида инструктажа: вводный, первичный на рабочем месте; периодический; внеочередной.

Вводный инструктаж проводят со всеми лицами, вновь поступающими на метрополитен или переводимыми из одного подразделения службы в другое, а также с учащимися и студентами, направляемыми на практику.

Цель инструктажа — ознакомление с общими положениями по охране труда, условиями работы и правилами внутреннего распорядка.

Вводный инструктаж охватывает такие вопросы, как правила внутреннего распорядка на предприятии, профилактика производственного травматизма, меры электробезопасности, основы гигиены труда, приемы оказания первой помощи, понятие о профессиональных заболеваниях, устав о дисциплине работников железнодорожного транспорта и др.

Все эти вопросы надо знать каждому работнику, занятому на эксплуатации или ремонте подвижного состава.

Инструктаж осуществляют в виде беседы с инженером по охране труда во время оформления на работу. О проведении вводного инструктажа и назначении стажировки, экзамена по ТБ и инструкциям делается запись в приказе-форме Т-1 инженером по охране труда.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводят со всеми рабочими, инженерно-техническими работниками в первый день их работы, а также с учащимися и студентами, прибывшими на практику.

Цель этого вида инструктажа — ознакомление работника с конкретной обстановкой на рабочем месте, с безопасными приемами труда. Инструктаж знакомит с кругом производственных обязанностей и характером выполняемой работы новичка, устройством технических средств, на которых будет производиться работа (станки, механизмы, подвижной состав), правилами эксплуатации инструмента и так далее.

Первичный инструктаж осуществляет непосредственно руководитель подразделения — начальник дистанции, участка, старший электромеханик, мастер. Беседа сопровождается практическим показом на рабочем месте безопасных приемов труда.

Периодический инструктаж ставит перед собой задачу повторного инструктажа работников по вопросам охраны труда. Проводится инструктаж не реже одного раза в три месяца, а при выполнении работ с повышенной опасностью — один раз в месяц.

Так же как и первичный, периодический инструктаж выполняет непосредственный руководитель подразделения.

Внеочередной инструктаж осуществляют с рабочими, инженерно-техническими работниками и служащими.

Цель инструктажа — ознакомление с мерами безопасности в связи с внедрением новой техники и технологических средств; изучение новых правил, инструкций по технике безопасности; разбор несчастного

случая или нарушения требований техники безопасности и так далее.

Каждый вид инструктажа в обязательном порядке регистрируется в журнале инструктажа по ТБ, после чего дается разрешение новичку на допуск к работе.

Выпускники учебных заведений наряду с работниками, имеющими квалификацию, при поступлении на работу, связанную с движением поездов, проходят стажировку в качестве дублера. Продолжительность стажировки от трех до шести смен.

С целью повышения знаний по ТБ и трудовому законодательству все работники метрополитена должны проходить не реже одного раза в 3 года курсовое обучение с показом безопасных методов работы.

Техника безопасности при техническом обслуживанин и ремонте в электродепо и на ремонтных заводах. Все работы на ЭПС по осмотру и ремонту вагонов осуществляют при снятом напряжении с контактного рельса, при отключенных аккумуляторных батареях и вынутых вставках батарей на всем составе.

Перед выполнением ремонтных и иных работ следует убедиться в отсутствии высокого напряжения на составе. *Как определить, находится ли состав под напряжением или нет?*

Проверяют это по двум признакам:

передвижные кабели контактной шины (удочки) не надеты на пальцы токоприемников вагона;

в канаве, занятой составом, и над канавой не горят красные сигнальные лампы — напряжение снято.

Нужно учитывать, что только наличие этих двух признаков одновременно подтверждает отсутствие напряжения.

Если в вагоне не горят лампы освещения, это еще не значит, что на составе нет напряжения, так как на части вагонов освещение и белые сигнальные фары могут полностью отключаться.

Контролирует наличие иапряжения, как правило, руководитель работ — мастер, линейный машинист или бригадир.

При работе на электрическом оборудовании вагонов необходимо помнить, что провода и аппараты находятся под напряжением от 50 до 750 В. Поэтому при осмотре и ремонте надо обеспечить двойной разрыв электрической цепи, в которой производится работа (например, отключить выключатели батарей и вынуть соответствующий предохранитель).

Перед проверкой работы приборов тормозного или дверного оборудования необходимо убедиться в отсутствии на составе людей, занятых на ремонте рычажных передач или дверного оборудования. Для этого громким голосом предупреждают о начале работ по контролю тормозов или пневматических дверей.

Перед сменой каждого прибора или узла пневматического оборудования вагонов отделяют каждый прибор от источника питания сжатым воздухом и выпускают воздух из примыкающих к нему трубопроводов.

Особой бдительности и внимания требуют работы на ЭПС, связанные с подъемкой вагонов.

Необходимо помнить и соблюдать основные правила безопасности. Подъемку кузова вагона мостовым краном осуществляют только лица, имеющие право на выполнение подъемочных работ (старший мастер, мастер, бригадир).

При подъемке кузова запрещается кому бы то ни было находиться под вагоном или в кузове.

В депо или на ремонтном заводе перед подъемкой кузова колеса тележки, не выкатываемой нз-под вагона, тщательно заклинивают с обеих сторон специальными клиньями. Запрещается применять для заклинивания случайные предметы.

Перед съемкой убеждаются в полном отсутствии соединения тележки с кузовом, шкворнем, шлан-

гами воздушных магистралей и электрическими проводами и кабелями.

Запрещается раскачивать поднятый краном кузов вагона, опираться на него и находиться под кузовом при выкатке и подкатке тележек.

При работе с переносными домкратами необходимо убедиться в их полной исправности. Тяжелые детали тележки при разборе, сборе и ремонте снимают и вновь ставят с помощью подъемных приспособлений и чалочных устройств.

Все работы по обрубке, клепке и расклепке производят с применением индивидуальных защитных средств (очки, экраны, щитки и т. п.). При этом используют ограждения, исключающие возможность ушиба проходящих или работающих вблизи людей.

Необходимой составной частью ремонтных работ являются погрузка или выгрузка отдельных элементов вагона. При этом следует строго соблюдать правила производства грузоподъемных работ.

При погрузке колесных пар, двигателей и других грузов на платформы и автомашины их надежно закрепляют, не допуская перемещения грузов при толчках во время движения.

Запрещается загружать платформы и автомашины сверх нормы их грузоподъемности.

При опуске колесных пар на рельсы необходимо следить за правильностью постановки их на путь, не допуская перекосов.

Четкое выполиеиие всех правил и инструкций по технике безопасности обеспечивает безопасность труда на производственных участках.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какова структура электротягового хозяйства метрополитеиа?
2. Каковы структура и управлеиие электродепо?
3. Как обеспечивается безопасиость движеиия поездов?
4. Какая система техиического содержаиия приията в СССР и в чем ее суть?
5. Охарактеризуйте объемы работ при ТО-1, ТО-2 и ТО-3.
6. Расскажите об объемах работ при ТР-1 и ТР-2.
7. Каковы объемы работ при ТР-3?
8. Для чего проводят капитальиые ремонты и чем отличается КР-2 от КР-1?
9. Назовите осиовиые средства диагиостики.
10. Какова технологическая блокировка депо?
11. Какие осиовиые методы органиэации ремоита Вы зиаете?
12. Как органиэуется планирование производства на заводе?
13. Какие бывают виды иистуктажа?

Глава 5

РЕМОНТ МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

§ 23. Кузов

На кузов электровагона в эксплуатации воздействуют статические нагрузки от собственного веса и размещенного на нем оборудования, динамические нагрузки, а также окружающая среда.

Под влиянием этих воздействий элементы кузова подвергаются износу, повреждениям, коррозии.

Демонтаж кузова. После постановки вагона в ремонтный цех производят разъединение электрической и механической частей кузова с тележкой. При этом вынимают чеку шкворня, отсоединяют электропровода автоведения, АРС, датчиков скорости, а также выводные концы тяговых электродвигателей, тяги ручного тормоза, пневматические рукава и другое оборудование, соединяющее с тележкой кузов.

Далее последний при помощи мостового крана или домкратов (суммарной грузоподъемностью не менее 20 т) поднимают с тележек и размещают на стационарные тумбы, стапели или технологические тележки. Установку чалочных захватов при подъеме и расположение поверхностей опор при опуске на тумбы, стапели или технологические тележки осуществляют в четырех точках, в строгом соответствии с конструкцией вагона. При подъемке контролируют синхронность работы подъемных механизмов. Перекос кузова при подъеме и опуске (разность уровня в точках опоры захватывающих приспособлений) допускается не более 100 мм в поперечном и 200 мм в продольном направлениях.

После установки кузова на позицию разборки выполняют демонтаж подвагонного и внутривагонного оборудования. При этом снимают пятники, скользуны, автосцепки с ударно-тяговыми аппаратами и ЭКК, рычажную передачу ручного тормоза, пневматическое оборудование и агрегаты, электрические аппараты, створки раздвижных дверей и детали их подвески, все металлические поручни и кронштейны, детали их крепления, вентиляционные решетки, систему принудительной вентиляции.

При КР-2, кроме того, снимают все электрические провода, кондуиты, воздухопроводы, торцовые и боковые двери, окна, обшивку стен и потолка, металлический экран пола. При КР-2 после операции демонтажа кузов подвергают очистке от старой краски с использованием химического (щелочными жидкостями или смывочными пастами) или механического метода (дробеструйный, пескоструйный). После удаления старой краски кузов обмывают водой и обдувают сжатым воздухом, просушивают. Не менее чем через 8 ч после очистки и просушки наружные поверхности кузова должны быть загрунтованы.

Рама кузова. Снизу ее очищают от загрязнений и ржавчины. Очистку производят при помощи высоконапорной установки нагретым раствором препарата Лабомид или других моющих средств, затем осматривают ее и делают необходимые замеры. При этом контролируют прогиб боковых балок, закрепив вдоль них приспособление, которое состоит из специальных струбцин и металлической струны. Прогиб боковых балок в вертикальной плоскости допускается не более 20 мм, в горизонтальной — не более 15 мм. Проверяют состояние продольных балок, кронштейнов подвески оборудования, металличес-

кого настила пола, наружной обшивки кузова, крыши, дверей (при КР-1).

Продольные и поперечные балки рамы, имеющие вмятины глубиной более 5 мм, выправляют с помощью винтовых стяжек или гидравлических домкратов, предварительно подогрев раму газовыми горелками. Кромки балок, имеющих выработку или забоины, наплавляют электродуговой сваркой с последующей зачисткой бормашинкой. При необходимости восстановления отверстий в балках рамы их выполняют рассверливанием или газовой резкой. При наличии трещин в балках, угольниках или кронштейнах производят их заварку электродуговым способом.

Наружная обшивка. Ее осматривают; выпуклости и вогнутости до 4 мм на длине 1 м оставляют без исправления. Местные вмятины площадью до 10 см^2 и глубиной до 10 мм на поверхности площадью в 1 м^2 выправляют шпатлевкой, а выпуклости, вогнутости, вмятины более указанных размеров — со снятием внутренней обшивки в холодном или нагретом состоянии. Более трудные повреждения обшивки, а также участки, имеющие значительные повреждения коррозией, исправляют вырезкой листов с последующей зачисткой швов заподлицо с основной обшивкой. При коррозировании и вспучивании нижнего пояса обшивки вагонов осуществляют его замену. Для этого выполняют обрезку и обрубку нижнего пояса, зачистку от коррозии боковой поверхности рамы кузова, покрытие ее антикоррозионным составом и приварку заготовки нижнего пояса из листовой стали 20 толщиной 3 мм. Сварные швы зачищают заподлицо с основным металлом.

Вентиляционные каналы кузова очищают от загрязнений, продувают сжатым воздухом, протирают и прокрашивают.

Раздвижные двери. При заводском ремонте их снимают с кузова, осматривают и производят ремонт или замену отдельных деталей. При наличии вырывов и сквозных трещин в резиновых уплотнениях дверей и стекол их заменяют новыми. При этом стык резинового уплотнения располагают по середине верхней части стекла. Зазор в стыке не должен превышать 5 мм. При наличии повреждений стекол дверей (риски, язвенные повреждения, матовость, цвет побежалости) их заменяют новыми. Контролируют прогиб створок дверей с помощью линейки и глубиномера. Если он превышает 3 мм, по всей длине выправляют или заменяют полотна двери. Снятые с вагона детали подвески дверей очищают от загрязнения и смазки, осматривают и производят замеры деталей. Проверяют износ верхней и нижней кромок боковых желобов на балках и планках вагонов, диаметры шариков и отверстий под шарики в сепараторах. Детали, имеющие износы более допустимых Нормами допусков и износов оборудования электрического подвижного состава метрополитенов, заменяют новыми или отремонтированными.

Осмотр боковых и торцовых створчатых дверей осуществляют без снятия с петель. Замки, ручки и армировку дверей снимают и ремонтируют с заменой отдельных деталей при их износе или повреждении. Восстанавливают покрытие армировки и ручек гальваническим хромированием.

Деревянные бруски дверей, имеющие гнилостные повреждения, трещины, раздробленности, заменяют новыми, которые изготавливают из древесины с влажностью не более 15%.

При КР-2 со всех сторон дверей удаляют старую краску. При ее снятии с алюминиевых створок (вагоны Е, 81-714, 81-717) применяют метод механической очистки со специальными смывками без использования щелочных растворов. При КР-2 резиновые уплотнения створок дверей и стекол заменяют независимо от состояния. После ремонта створки дверей, детали их подвески, дверные замки и армировку монтируют на кузове и выполняют необходимые проверки и регулировки. Давление воздуха в дверной магистрали должно быть при этом не менее $2{,}95 \cdot 10^5$ Па.

При контроле раздвижных дверей местные зазоры между резиновыми уплотнениями створок не должны превышать 1 мм. Зазор между створкой и порогом должен быть равномерным и находиться в пределах 3—8 мм. Створки должны перемещаться свободно, не задевая стойки дверных проемов и раскладки. При открытых дверях необходимо, чтобы резиновые буферы створок упирались в стойки кузова. Уровень и положение раздвижных дверей регулируют за счет гаек с контргайками на болтах. При проверке боковых и торцовых створчатых дверей вертикальный зазор между картами петель должен быть в пределах 0,5—3 мм. Полотно двери должно плотно прилегать к проему по всему периметру, а ручки замков перемещаться без заеданий, дверь при закрывании замка не должна иметь люфта.

Окна. При производстве КР-1 окна, откидные и раздвижные форточки, подъемные механизмы окон осматривают без их снятия с кузова. При КР-2 все оборудование окон снимают для ремонта.

Установленное на кузове вагона оборудование окон должно отвечать следующим требованиям: стекла неподвижных окон — иметь надежное уплотнение, обеспечивающее необходимую герметизацию; откидные и раздвижные форточки — свободно перемещаться и плотно прилегать к местам установки по всему периметру; стекла не должны иметь дефектов (трещин, сколов, царапин, пузырей и др.); подъемные механизмы окон должны обеспечивать четкую фиксацию стекла в любом положении, что достигается регулировкой их натяжных пружин.

Деревянные элементы кузова. При КР-1 осматривают, ремонтируют или заменяют новыми плинтуса пола, подкладки под буферы раздвижных дверей. Ремонту или замене подлежат элементы, имеющие сколы, трещины или загнивание древесины. Проверяют состояние фанерного настила пола внутри каркасов диванов; при замене линолеума контролируют состояние пола по всей площади салона и при необходимости осуществляют замену поврежденных участков; производят осмотр состояния деревянных оконных и дверных коробок, а также их циклевку, зачистку наждачной бумагой, после чего покрывают двукратно бесцветным лаком.

При КР-2 снимают все деревянные элементы кузова для ремонта или замены их новыми; при ремонте допускают установку вставок, накладок, склеивание деревянных элементов; заменяют фанерный настил пола новым.

Перед установкой на вагон фанеру обрабатывают специальным составом, предохраняющим ее от горения и загнивания. Стыки фанерных листов располагают на полках балок рамы. Крепежные детали деревянных элементов подвергают гальванопокрытию.

Внутренняя отделка салона. При КР-1 заменяют: имеющие повреждения листы декоративного пластика стен, потолка, при этом подбирают цвет и рисунок, соответствующие основной фактуре салона; при необходимости элементы алюминиевой раскладки на вагонах Еж, Ем и 81-717, 81-714; крепежные детали раскладки, предварительно подвергнув их гальванопокрытию и хромированию; линолеум — при повреждении линолеумного покрытия пола или его износе до толщины менее 3 мм, укладывая его на шпатлевку ПФ-002 ГОСТ 10277—76 или мастику КН-3 ГОСТ 24064—80. Места стыков линолеума шпатлюют и шлифуют; ремонтируют каркасы и меняют обивку сидений и спинок диванов. При этом цвет и рисунок обивки должен быть единым для всего вагона.

При КР-2 полностью меняют облицовку стен и потолка, покрытие пола независимо от состояния.

Прочее вагонное оборудование. Снимают все поручни, вентиляционные решетки, осматривают их и ремонтируют. Обновляют декоративное покрытие металлических поручней гальваническим хромированием. Деревянные поручни циклюют, зачищают ножданой шкуркой, шлифуют и двукратно покрывают бесцветным лаком.

Пластмассовые вентиляционные решетки, имеющие повреждения (трещины, сколы), заменяют исправными, на окрашенных металлических решетках обновляют окраску со снятием старой, алюминиевые вентиляционные решетки анодируют. Осматривают состояние крышек наддверных и других люков кузова; при необходимости их ремонтируют, производят контроль состояния стативов и их подвески. Заменяют имеющие повреждения элементы информации в салоне: таблички «Выключение дверей», номер вагона, схемы линий метрополитена, Правила пользования метрополитеном и др.

Пятники и скользуны. Осматривают корпуса верхнего и нижнего пятников и определяют объемы их ремонта. С целью снижения трудоемкости последнего стараются не раскомплектовывать верхний и нижний пятники одного вагона, для чего после снятия корпусов верхних пятников с рамы кузова и нижних с тележек вагона убеждаются в наличии на них соответствующих номеров; в ремонт отправляют комплектами на вагон. Неравномерные износы опорных поверхностей корпусов пятников восстанавливают проточкой или электродуговой наплавкой и проточкой. Толщина стенки рабочей поверхности должна быть не менее 12 мм, при этом восстанавливают также канавки для смазки. При наличии трещин в упорном бурте нижнего пятника глубиной до 5 мм, раковин и трещин в проушинах фланца верхнего пятника дефекты устраняют электродуговой наплавкой. Указанные дефекты на опорных поверхностях пятников не допускаются, при наличии их корпус пятника заменяют новым.

Допускается наличие на обработанных поверхностях пятника забоины и раковины глубиной до 1 мм и диаметром не более 5 мм. После ремонта верхнего и нижнего пятников их проверяют на прилегание опорных поверхностей по краске. Площадь прилегания должна быть не менее 75%; если она меньше, пятники протачивают или производят подбор пар по прилеганию. После укомплектования пары пятники клеймят в соответствии с номером вагона и тележки.

Контролируют шкворень пятника и чеку. При наличии изгиба первый выправляют в холодном состоянии на гидравлическом прессе в специальном приспособлении или с предварительным подогревом газовой горелкой до 120 °С. Шкворни, имеющие трещины, заменяют новыми. Износ плиты боковой опоры на кузове должен быть не более 1 мм; если он больше, плиту восстанавливают электродуговой наплавкой с последующей механической обработкой.

Ручной тормоз. После демонтажа все детали ручного тормоза осматривают: тяги и рычаги, втулки шарнирных соединений, предохранительные скобы, шпоночные соединения, маховик и фиксирующую рукоятку. Заменяют тяги с трещинами и хвостовики тяг с поврежденной резьбой; втулки шарнирных соединений, имеющие выработку более 1% по диаметру, заменяют новыми; предохранительные скобы с выработкой более 2 мм восстанавливают электродуговой наплавкой или газопламенным напылением с последующей механической обработкой; тяги и рычаги при наличии местной выработки более 1 мм, а также износа или повреждения резьбы восстанавливают наплавкой или газопламенным напылением с последующей обработкой до чертежных размеров.

Резьбовую часть тяг (наконечники) восстанавливают наплавкой с нарезкой новой резьбы или методом

замены, т. е. наконечник с дефектом отрезают и в специальном приспособлении, обеспечивающим соосность свариваемых деталей, приваривают новый. Место сварки зачищают.

Все тяги ручного тормоза, прошедшие ремонт, контролируют на разрыв в специальном приспособлении на прессе или в специальном стенде, обеспечивающем необходимые нагрузки.

После ремонта и установки на вагон деталей ручного тормоза осуществляют его регулировку и проверку монтажа: рукоятка маховика должна четко фиксировать крайние положения тормоза; число его оборотов при торможении должно быть в пределах 16—23. Регулировку выполняют за счет удлинения или укорочения тяги, соединяющей кривой рычаг с горизонтальным, путем вращения соединительной муфты; тяги и рычаги при всех положениях тормоза не должны касаться воздухопроводов, кондуитов и других деталей кузова и тележки.

§ 24. Автосцепка

К демонтажу автосцепки приступают после снятия ЭКК и отсоединения труб воздухопроводов. Для снятия автосцепки с вагона расшплинтовывают два шплинта диаметром 6 мм, отворачивают две гайки стержней М36, извлекают два стакана с пружинами, балансир автосцепки и две верхние пружины с шайбой. После этого с помощью пневматического подъемника, предварительно расшплинтовав шплинт диаметром 8×90 и сняв шайбы валика и сам валик, автосцепку демонтируют с вагона.

Перед дальнейшим демонтажом на участке разборки автосцепку направляют для очистки в выварочную ванну с 3—5%-ным содержанием в растворе NaOH при температуре 60—70 °С. Разборку головки автосцепки осуществляют в следующем порядке: снимают кронштейны электрической части и запорного механизма и блок, разбирают последний, снимают державку рукоятки троса, вынимают валик сцепного механизма, из корпуса головки — сцепной механизм; расшплинтовав валик диаметром 10×38 мм, демонтируют тягу блокировки и трос замка. Далее вывинчивают штифт возвратной пружины, разбирают сцепной механизм, снимают возвратную пружину, спрессовывают расклепанную часть валика и разъединяют серьгу с замком. Отсоединение головки автосцепки от ударно-тягового аппарата производят в следующем порядке: вынимают шплинты и отвинчивают гайки болтов крепления хомута головки автосцепки. Для разборки тягового аппарата необходимо расшплинтовать корончатую гайку водила автосцепки и отвернуть ее, после этого выпрессовать на специальном стенде водило с направляющей втулкой из хомута, а затем пружины тягового аппарата, опорные шайбы и направляющую втулку.

Далее выполняют осмотр и дефектоскопию деталей согласно установленному перечню. Детали, имеющие трещины (кроме хомута тягового аппарата и корпуса головки), должны быть заменены новыми или отремонтированными. Трещины необходимо накернить по концам. Их разделку и заварку производят согласно инструкции. Ремонт головки автосцепки осуществляют в следующем порядке: заваривают трещины в корпусе головки автосцепки с последующей механической обработкой, контролируют геометрические размеры головки после механической обработки (диаметр шейки, диаметр и высоту бурта). Проверяют состояние втулок головки автосцепки (диаметр втулок на автосцепках вагонов Е и модификаций — 50 мм). Втулки, имеющие выработки, трещины или ослабления, необходимо распрессовать и запрессовать новые. Осматривают и контролируют отверстие в корпусе головки под валик сцепного механизма, прогоняют резьбу в корпусе головки автосцепки, промеряют замок авто-

сцепки; при выходе из допускаемых размеров заменяют новым. Осматривают и промеряют серьгу автосцепки, проверяют возвратную пружину, выполняют осмотр и замеряют валики сцепного механизма, запорный рычаг и тяги блокировки, трос замка автосцепки контролируют под нагрузкой.

При осмотре и ремонте тягового аппарата производят заварку трещин в стенках хомута тягового аппарата с последующей дефектоскопией, проверку его геометрических размеров, замер диаметра шейки, диаметра и высоты бурта, выработки в отверстиях водила. Далее осматривают и контролируют размеры водила, а также диаметр резьбовой части хвостовика.

На заключительном этапе перед сборкой проверяют состояние пружин тягового аппарата автосцепки, стопорных шайб, дополнительных шайб, круглой и корончатой гайки хвостовика водила, скользуна, болтов и гаек его крепления.

Сборку тягового аппарата выполняют в следующей последовательности: на специальном стенде укрепляют хомут тягового аппарата, в который запрессовывают комплект пружин с опорными шайбами. Предварительно отцентровав направляющие втулки, вставляют водило в хомут, затем навинчивают на хвостовик водила круглую гайку М52×3, стопорную шайбу и корончатую гайку М48×3. Осевое перемещение гайки на водиле должно быть не более 0,3 мм. Закрепляют гайку, разводят шайбу и зашплинтовывают хвостовик водила. Совмещение пазов на гайке с отверстиями под шплинты обеспечивают доворачиванием гайки. После этого устанавливают скользуны и закрепляют их болтами.

При сборке головки автосцепки сначала соединяют ее корпус с тяговым аппаратом путем установки хомута головки и закреплением его болтами, гайками и шплинтами. Затем соединяют замок с серьгой при помощи валика, который фиксируется стопорным кольцом. Далее присоединяют к замку трос и тягу блокировки с валиком; в корпус головки заводят сцепной механизм с возвратной пружиной. Крючок пружины одевают на штифт, вставляют валик замка с пресс-масленкой и фиксируют стопорным кольцом. Собирают блок головки автосцепки. Для этого одевают на ось блок и шайбу, вставляют ось в кронштейн, одевают на ось предохранитель, навертывают гайку и закрепляют, зашплинтовывают ее. После этого блок монтируют на корпус головки автосцепки. Далее устанавливают державку рукоятки на корпус головки автосцепки. Производят сборку фиксатора путем установки стержня с пружиной и шплинта. Затем закрепляют кронштейн запорной тяги вместе со всеми деталями на головке автосцепки. При этом устанавливают щечку правую с кронштейном и закрепляют ее болтами с гайками; монтируют в прорези кронштейна запорную тягу и упор на ней; монтируют на корпусе головки автосцепки левую щечку и закрепляют ее.

После этого устанавливают рычаг блокировки на корпусе головки автосцепки и соединяют с тягой блокировки.

Собранную автосцепку снимают со стенда и транспортируют на стенд проверки на сцепку и расцепку.

Собранную автосцепку предъявляют мастеру ОТК, затем транспортируют к вагону.

Монтаж автосцепки на вагоне выполняют в следующей последовательности: устанавливают предохранительную скобу и крепят ее четырьмя болтами М16×35 и восемью гайками М16, размещают три стержня подвески автосцепки и закрепляют восемью болтами М20×60 и гайками М20, зашплинтовывают восемью шплинтами диаметром 4 мм. После этого в гнездо вставляют серьгу, затем валик, одевают шайбу и зашплинтовывают.

Автосцепку с помощью пневматического подъемника устанавливают

на вагон. При этом совмещают отверстия водила и серьги, вставляют валик, шайбу и зашплинтовывают шплинтами диаметром 8 мм. Далее на вагоне осуществляют сборку и закрепляют на раме кузова балансиры подвески автосцепки и стаканы с пружинами, при этом трущиеся части необходимо смазать смазкой. После установки контролируют правильность сборки и крепления автосцепки.

§ 25. Тележка

При ремонте все детали и узлы тележек подлежат демонтажу, полной разборке, очистке, дефектировке и при необходимости ремонту или замене. Наиболее ответственные детали подвергают магнитной дефектоскопии и другим видам испытаний в соответствии с утвержденным перечнем и конструкторской документацией.

Перед подачей в ремонт с тележек снимают воздухопроводы и пневматические тормозные приборы, брусья токоприемников и тяговые электродвигатели.

Для демонтажа тяговых электродвигателей предварительно разбирают подвеску редуктора, расшплинтовывают верхнюю гайку и отвинчивают ее, опуская подвеску вместе с корпусом редуктора насколько позволяет вилка комплексного предохранения.

Разъединяют карданные полумуфты, для чего отвинчивают гайки призонных болтов и выбивают их. На тележках вагонов Е, Еж и их модификаций отвинчивают гайки болтов крепления тяговых двигателей к верхним и нижнему кронштейнам подвешивания.

На тележках 81-717, 81-714 вывинчивают из сухарей болты крепительных крышек верхних кронштейнов подвешивания тяговых двигателей и снимают крышки вместе с компенсирующими прокладками.

Затем, предварительно вывесив электродвигатель с помощью мостового крана, отсоединяют реактивную тягу от остова двигателя и осторожно опускают его предохранительными кронштейнами остова на среднюю часть оси колесной пары, закрытую защитным кожухом.

Тяговые двигатели зачаливают за специальные проушины в остове, мостовым краном снимают их с тележки и транспортируют на участок ремонта электродвигателей.

Затем тележку подают в моечную машину и промывают от загрязнений нагретым раствором кальцинированной соды с добавками поверхностно-активных веществ или препаратом Лабомид.

Для промывки тележек и удаления старой краски с рамы и узлов, что необходимо для качественного контроля элементов рамы магнитным дефектоскопом, применяют нагретый до температуры 70—80 °С 3—5%-ный раствор каустической соды.

После промывки тележку устанавливают на позицию разборки.

Демонтаж осуществляют в следующей последовательности:

отсоединяют подвеску редуктора от корпуса редуктора, отвинчивают гайку и контргайку, при помощи специальной оправки извлекают конусную цанговую втулку и легкими ударами выбивают нижний валик подвешивания, при этом корпус редуктора поддерживают с помощью рычага;

снимают трос и вилку комплексного предохранения и осторожно опускают редуктор;

отвинчивают верхнюю гайку подвески и вынимают ее из проушины кронштейна вместе с резинометаллическими амортизаторами;

отсоединяют буксовые поводки от кронштейнов рамы и букс колесных пар;

отсоединяют и снимают тормозные затяжки рычажно-тормозной передачи и оттормаживающие устройства, а также тормозные подвески, стабилизирующие и антивибрационные устройства. Все узлы разбирают и направляют на дефектировку деталей;

отсоединяют и снимают предохранительные скобы центрального подвешивания, гидроамортизаторы. При помощи специального приспособления приподнимают поддоны и центральную балку вместе с пружинами до освобождения из зацепления рамочных подвесок. Снимают 16 рамочных подвесок и опускают центральную балку вместе с пружинами и поддонами. Из рамы тележки вынимают серьги, сняв валики центрального подвешивания из поперечных балок рамы. Все узлы центрального подвешивания разбирают, при необходимости протирают или промывают в моечной машине и направляют на дефектировку.

При помощи мостового крана приподнимают раму до освобождения пружин буксового подвешивания, снимают их с крыльев колесных пар и размещают в специальные контейнеры, снимают и укладывают в контейнеры верхние и нижние опоры и резиновые прокладки. Раму поднимают краном и устанавливают на технологическую тележку первой позиции поточной линии по ремонту рам тележек (рис. 129), а колесные пары — на стенд для распрессовки кулачков карданных муфт.

На карданных полумуфтах отпускают контргайки стяжных болтов и вывинчивают их из вилок.

Вилки карданных муфт вместе со стаканами снимают, отсоединяют друг от друга, отвернув резьбовую пробку, и укладывают в специальный контейнер. После распрессовки кулачки вместе со щитами и стяжными кольцами укладывают в контейнер и направляют на промывку.

Затем все детали карданных муфт дефектируют и при необходимости ремонтируют или отбраковывают.

Рама. Ее осматривают, при необходимости применяют лупу и местное освещение, проверяют все сварные соединения: продольные и поперечные

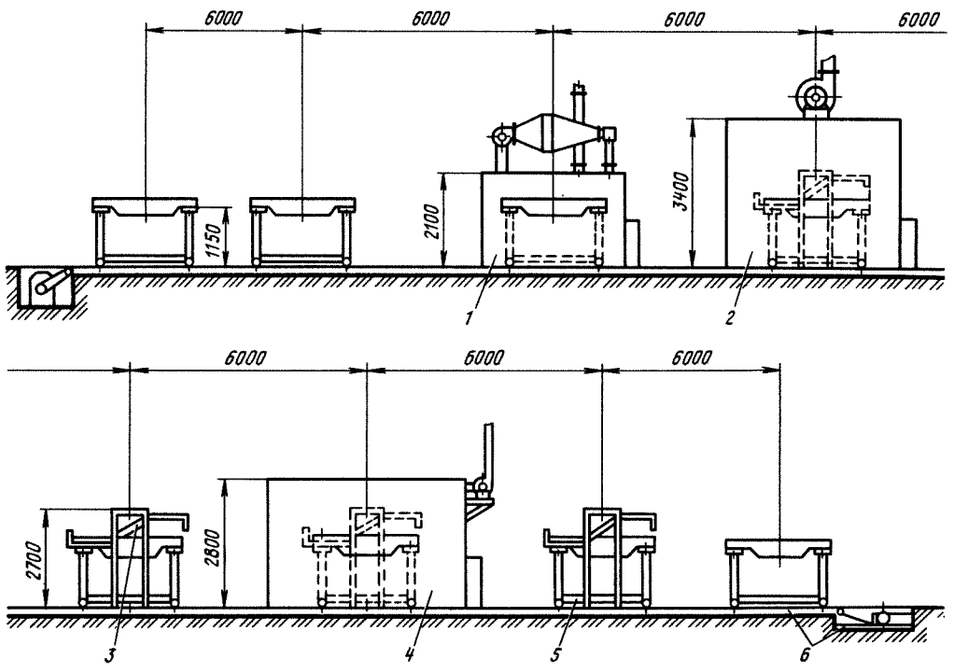


Рис. 129. Поточная линия ремонта рам тележек:
1—сушильная камера; *2*—окрасочная камера; *3*—кантователь; *4*—камера для сварочных работ; *5*—технологическая тележка; *6*—конвейер

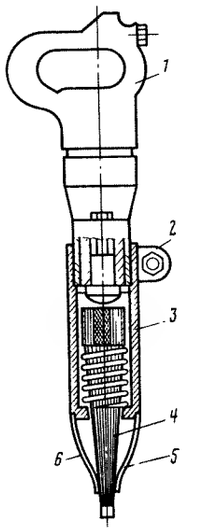
балки, косынки в зоне соединения балок, а также кронштейны подвешивания редуктора и тягового электродвигателя, крепления поводков, рычажно-тормозной передачи, гидравлических гасителей колебаний, крепления поводков, наличники. Кроме того, методом магнитной дефектоскопии контролируют кронштейны: подвески редукторов и электродвигателей, гидрогасителей колебаний и рычажно-тормозной передачи, крепления поводков.

Проверяют износ рабочих поверхностей кронштейнов рычажной передачи, выработку втулок и прочность их посадки, степень деформации рамы. Определив объем работ, осуществляют ремонт рамы.

Трещины в сварных швах и элементах конструкции рамы устраняют электродуговой сваркой согласно Инструкции по разделке и заварке трещин в элементах рам тележек вагонов метрополитена 2.7170.31.20.011.40. РД. При этом их засверливают по концам сверлом диаметром 6—8 мм, разделывают электровоздушным резаком по всей длине, заваривают электродами УОНИ 13/45А постоянным током с соблюдением обратной полярности. При наложении первого слоя шва используют электроды диаметром 3—4 мм, для последующих слоев— диаметром 5 мм. Выбор режима сварки ведут из расчета 35—40 А на 1 мм^2 площади сечения электрода. После заварки трещин сварные швы и околошовные зоны зачищают и производят упрочняющий наклеп виброинструментом (рис. 130). Продольные балки рам, имеющие прогиб в вертикальном или горизонтальном направлениях более допустимых норм, могут быть исправлены с помощью винтовых или гидравлических распорок и стяжек с предварительным подогревом места изгиба газовой горелкой до светло-красного свечения (800—900 °С).

Трещины в кронштейнах подвешиваний тяговых двигателей и редукторов не допускаются и заварке не подлежат.

Рис. 130. Пневматический молоток для упрочняющего наклепа сварных швов:
1 — ручка; *2* — хомут; *3* — корпус; *4* — боек; *5*, *6* — направляющие



При заводском ремонте допускается выполнять замену кронштейнов подвешивания редукторов.

Раму с дефектным кронштейном устанавливают в кантователь.

Воздушно-дуговым или газокислородным резаком удаляют сварные швы приварки кронштейна и усиливающей косынки (в зоне приварки кронштейна) к поперечной балке рамы. Затем в зоне отверстия под валик центрального подвешивания на наружной стороне вертикальной полки поперечной балки делают разрезы усиливающей косынки вверх и вниз до горизонтальных полок.

Газовой горелкой нагревают усиливающую косынку и отгибают ее, освобождая доступ к фланцу кронштейна, приваренного к телу поперечной балки. Воздушно-дуговым резаком срезают сварной шов приварки кронштейна к балке и вынимают кронштейн, имеющий дефект.

Работы по срезанию сварных швов должен производить высококвалифицированный специалист. Шов должен срезаться аккуратно без повреждения основного металла балки. Места срезки сварных швов зачищают бормашинкой.

Новый кронштейн с помощью специального приспособления, базирую-

щегося на кронштейны подвешивания тягового двигателя, закрепляют в поперечной балке и производят несколько прихваток электросваркой, затем его приваривают окончательно. Места сгиба усиливающих косынок вновь нагревают и с помощью кувалды и оправок последние сгибают на поперечную балку. Все работы осуществляют в соответствии с требованиями Инструкции ММЗ 2.717. 0.31.20.011.40.РД.

Трещины в кронштейнах крепления буксовых поводков разрешается заваривать в соответствии с требованиями Инструкции, т. е. определенной длины, в определенных местах и не более двух раз по одному месту. В случаях, не оговоренных в Инструкции, кронштейны подлежат замене новыми.

При проведении любых сварочных работ на кронштейне буксовых поводков, при замене последних, а также гребенок кронштейнов необходимо контролировать правильность их положения с помощью специального приспособления (рис. 131).

Оно состоит из базовой цанговой оправки, рейки с двумя наконечниками, двух контрольных гребенок, крепежных болтов, щупов толщиной 2 и 10 мм и специального индикаторного устройства с индикатором часового типа. При проверке приспособление

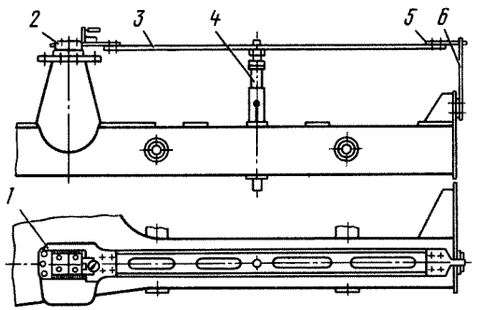


Рис. 131. Приспособление для проверки правильности установки гребенок на кронштейнах крепления буксовых поводков:
1, 5—наконечники; *2*—контрольная гребенка; *3*—рейка; *4*—цанговая оправка; *6*—базовая гребенка

базируется на отверстие в продольной балке под предохранительный штырь буксы колесной пары и сухарь крепления крайнего поводка. В отверстие устанавливают цанговую оправку, а на сухарь — контрольную гребенку.

Убеждаются в правильности установки кронштейна по параллельности контрольных поверхностей наконечника и контрольной гребенки. Отклонение допускается не более 0,2 мм на длине боковой поверхности контрольной гребенки.

Рычажно-тормозная передача. Демонтаж рычажно-тормозной передачи тележек всех типов осуществляют по операциям в следующей последовательности:

отсоединяют тяги тормозных цилиндров от вертикальных рычагов крайних тормозных подвесок;

отпускают гайки регулировочных винтов, расшплинтовывают и отвинчивают при помощи пневматических гайковертов корончатые гайки М20 траверз и валиков средних рычагов. Затем снимают тормозные затяжки;

отсоединяют от тормозных подвесок и извлекают вместе с кронштейнами оттормаживающие устройства;

вынимают средние и крайние тормозные подвески вместе с фиксаторами положения тормозных колодок, стабилизирующие, а также антивибрационные и предохранительные устройства средних тормозных подвесок;

выполняют окончательную разборку демонтированных узлов на верстаках с применением специальных приспособлений и пиевмоинструмента.

Все детали складывают или подвешивают в специальные контейнеры и промывают в моечной машиие.

После промывки убеждаются в соответствии деталей рычажно-тормозной передачи чертежам и Нормам допусков и износов оборудования подвижного состава метрополитенов. Проверку производит контролер визуально и с помощью мерительных инструментов: штангенциркуля, а также специальных предельных калибров и скоб.

Втулки шарнирных соединений деталей рычажно-тормозной передачи и ручного тормоза (вертикальные и горизонтальные рычаги, подвески, затяжки, тяги и др.) контролируют отстукиванием для определения плотности посадки.

В соответствии с нормами допусков и износов зазоры в шарнирных соединениях тормозной рычажной передачи при диаметре валика до 30 мм допускаются от 0,3 до 1 мм, а при диаметре валика свыше 30 мм до 1,2 мм. Максимально допустимый износ валиков должен быть не более 0,5 мм на диаметр рабочей поверхности, износ втулок не более 0,5—0,7 мм в зависимости от диаметра валика. Детали с ослабленными втулками и при их износе более допустимого подлежат втулочиому ремонту. Втулки, имеющие дефекты, помечают мелом, направляют в ремонт, а подлежащие замене выпрессовывают на прессе с помощью специальных оправок. На их место запрессовывают новые, подобранные по размеру отверстия и обеспечивающие натяг при запрессовке.

Втулки изготавливают из стали 20 ГОСТ 1050—74 с последующей цементацией и закалкой поверхностного слоя. После термообработки посадочные поверхности втулок шлифуют по нескольким градациям.

Изготовление таких втулок — трудоемкий процесс, поэтому все более широко используют втулки, изготовленные из синтетических материалов, например, полиамида. Их изготавливают на специальных литьевых машинах в пресс-формах.

В шарнирных соединениях применяют также втулки, выполненные методом порошковой металлургии. Одним из компоиентов материала таких втулок является графит, наличие которого заменяет смазку в шарнире. Производство втулок централизованным способом на специализированиых предприятиях значительно удешевляет их изготовление и упрощает ремонт деталей рычажно-тормозной передачи, который сводится только к перепрессовке втулок.

В соответствии с утвержденным перечнем отдельные детали могут быть восстановлены методом наплавки или металлизации изношенных поверхностей. Валики, затяжки, траверсы и другие детали механического и ручного тормозов, имеющие износ рабочих поверхностей более допустимого нормами, восстанавливают указанными методами с последующей механической обработкой до чертежных размеров.

Наплавку осуществляют электросваркой электродами типа ОЗН300—350 ГОСТ 9466—75. Припуск на механическую обработку 2—3 мм. Детали из углеродистых сталей (содержание углерода более 35%), а также прошедшие термообработку перед наплавкой нагревают до температуры 200 °С для снятия внутренних напряжений.

Ремонтировать методом наплавки детали разрешается не более трех раз, поэтому при каждой наплавке на нерабочей поверхности детали наносят клеймо сварщика. Наличие трех клейм на детали является обязательным условием для ее браковки. Восстановление изношеиных поверхиостей методом металлизации производят с помощью специальной газопламенной горелки. В качестве присадочного материала используют сварочиую проволоку, которая, расплавляясь в пламени струи газа с большой скоростью, наносится на предварительно нагретую восстанавливаемую поверхиость.

Качество резьбы проверяют у всех резьбовых деталей. Детали с изношенной резьбой или при обрыве трех ниток и более бракуют и заменяют новыми. Забитые резьбы прогоняют плашкой.

Погнутые или деформированные детали правят кузнечным способом с предварительным нагревом.

Тормозные колодки при заводском ремонте подлежат замене

новыми. После износа колодок до толщины 13 мм остатки фрикционной массы отделяют от металлического тыльника выжиганием в печах.

Существует способ отделения массы от арматуры методом охлаждения в жидком азоте, в этом случае необходимо предварительно высверливать массу из отверстий в тыльнике.

Арматуру тормозных колодок тыльника контролируют специальным шаблоном для определения возможности ее установки в пресс-форму, при необходимости правят. Допускается заварка трещин в тыльниках с последующей зачисткой сварных швов. Затем тыльники очищают в дробеструйной установке и используют для изготовления новых тормозных колодок.

Предохранительные тросы тормозных затяжек вагонов 81-714, 81-717 при обрыве более 15 % проволочек на длине шага свивки заменяют новыми.

После ремонта детали направляют на участок комплектования и сборки.

Детали центрального подвешивания. После разборки узлов и промывки деталей проводят их дефектировку и ремонт. Осматривают центральный брус и убеждаются в отсутствии трещин в сварных швах или основном металле, в местах приварки наличников, кронштейнов роликовых скользунов, гидравлических гасителей колебаний. В необходимых случаях производят заварку трещин в соответствии с Инструкцией по разделке и заварке трещин в элементах рам тележек электровагонов метрополитена.

Проверяют износ поверхностей боковых скользунов бруса, при необходимости заменяют их новыми. Контролируют состояние роликовых скользунов и их износ по внутреннему диаметру; заменяют ролики при наличии расслоений, трещин, надрывов резины, а также истертых мест или отслоения резины от металла. Проверяют износ и состояние шарнирных серег, рамочных подвесок, верхних и нижних опор, поддонов-балансиров, предохранительных скоб, валиков шарнирных соединений.

Серьги и подвески, имеющие износ более допустимых норм, восстанавливают электродуговой (с предварительным подогревом) или газопламенной наплавкой с последующей механической обработкой. При этом перед наплавкой высота опорных перемычек вагонов Е, 81-717, 81-714 в верхней части должна быть не менее: для серьги — 35 мм, для подвески — 32 мм. Верхние валики серег, имеющие выработку в средней части более 2 мм, а по опорным поверхностям более 1 мм, заменяют новыми или восстанавливают газоплазменным напылением. Подвески и серьги контролируют магнитным дефектоскопом.

Замене новыми подлежат: втулки в кронштейнах гидравлических гасителей колебаний с выработкой по внутреннему диаметру более 1% или ослаблением посадки; предохранительные скобы с трещинами; резиновые амортизаторы и прокладки, которые также имеют трещины, надрывы, отслоения резины от арматуры, расслоения или потерю эластичности.

Гидравлический гаситель колебаний (гидроамортизатор). Ремонт осуществляют на специализированном участке: амортизатор разбирают, детали очищают, осматривают и производят их инструментальную проверку. Заменяют: поршень-шток с искривлениями, забоинами, задирами, трещинами; цилиндр при наличии задиров на его рабочей поверхности; обрезиненные втулки, сальник-уплотнение, а также другие уплотнительные кольца, имеющие деформацию и потерю упругости. Поршень-шток восстанавливают методом газоплазменного напыления.

После ремонта гидроамортизатор собирают, заполняют приборным маслом и испытывают на стенде, который должен быть оборудован устройством, записывающим рабочую диаграмму гидроамортизатора при сжатии и растяжении. При этом диаграмма должна иметь форму овала.

Отремонтированные гидроамортизаторы хранят на стеллажах с вертикальным расположением.

При подборе комплекта гидроамортизаторов для установки на тележку разница усилий по характеристике не должна превышать 10%.

Детали карданной муфты. После разборки детали очищают от смазки и загрязнений. Затем производят осмотр, проверки инструментальные, а также магнитным дефектоскопом — кулачка, вилки, колпачка и призонных болтов. Детали с трещинами или износами заменяют новыми или восстанавливают.

Вилку карданной муфты, имеющую износ рабочей поверхности упоров более 0,15 мм, восстанавливают электродуговой наплавкой специальными электродами или газовой наплавкой твердым сплавом Сормайт с последующей механической обработкой. Износ кольцевой выточки вилки под центрирующую прокладку устраняют электродуговой наплавкой также с последующей механической обработкой или расточкой до диаметра 136 мм и запрессовкой кольца. Изношенные отверстия под призонные болты восстанавливают.

При ремонте карданных муфт вилки, как правило, неразукомплектовывают. Кулачок, имеющий задиры на посадочной конусной поверхности или трещины, заменяют новым; износ рабочей поверхности цапф восстанавливают методом ремонтных размеров или методом дополнительной детали. При первом методе цапфы кулачка шлифуют до диаметра 37,0 мм (первая ремонтная градация) или до 36,7 мм (вторая ремонтная градация) в зависимости от износа. В этом случае кулачок укомплектовывают роликами уменьшенных размеров по внутреннему диаметру соответственно $43{,}05^{+0{,}03}$ или $42{,}75^{+0{,}03}$ мм. Если износ цапф превышает вторую ремонтную градацию, применяют второй метод. Для этого цапфы протачивают и шлифуют до диаметра 36,3 мм и затем напрессовывают втулку, изготовленную из стали 45 (ГОСТ 2590—71) с последующей их шлифовкой до конструктивных размеров.

Сферические шайбы (колпачки), имеющие износ рабочих поверхностей или сколы металла, заменяют новыми. Гайки с забоинами, вырывами, ослаблением резьбы, износом сферической поверхности также заменяют новыми.

При сборе кулачка с роликами иглы подшипника подбирают так, чтобы отклонение по диаметру иглы не превышало для одного подшипника 0,005 мм.

Стаканы, имеющие износ по внутреннему диаметру в местах контакта со сферическими шайбами (колпачками), восстанавливают электродуговой наплавкой с предварительным подогревом до температуры 220 °С или газоплазменным напылением с последующей механической обработкой.

Дистанционные прокладки с износом сферических поверхностей при расстоянии между ними не менее 9,6 мм восстанавливают электродуговой наплавкой с последующей обработкой или заливают капроном (рис. 132).

Детали надбуксового подвешивания. Детали надбуксового подвешивания после промывки направляют на дефектировку. Буксовые поводки после пробега 350 тыс. км подлежат 100%-ной замене.

Болты, гайки, планки с потянутой или оборванной резьбой также подлежат замене.

Осматривают резиновые прокладки; с трещинами и остаточной деформацией больше допустимых норм заменяют новыми.

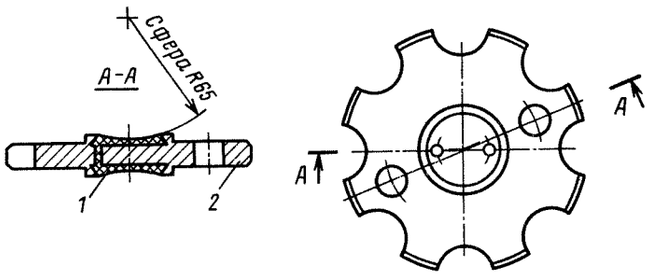


Рис. 132. Ремонтная центрирующая шайба карданной муфты:
1—полнамидная вставка; *2*—шайба

Пружины надбуксового и центрального подвешиваний подлежат 100%-ному осмотру и контролю характеристик под нагрузкой «тара» вагона.

Изломы, трещины, сколы не допускаются. Пружины, имеющие указанные дефекты, а также отклонения по высоте под нагрузкой, заменяют новыми.

После проверки характеристик пружины комплектуют для установки их на тележки.

Комплектовку производят по высоте в свободном и нагруженном состояниях.

Детали подвешивания редуктора. Болт и серьгу подвешивания редуктора контролируют на магнитном дефектоскопе, трещины не допускаются. Отверстия под шаровой подшипник ШС-40 замеряют штангенциркулем и определяют износ внутренней поверхности.

Восстанавливают отверстие методом газотермического напыления или нанесением слоя эластомера ГЭН-150В с последующей механической обработкой в обоих случаях. Резьбовую часть болта подвески прогоняют плашками и смазывают графитной смазкой. Валики шарнирных соединений при наличии износа опорной поверхности более допустимых норм восстанавливают методом газоплазменного напыления с последующей обработкой на шлифовальном станке.

Резинометаллические амортизаторы с надрывами, трещинами в резине и арматуре, а также отслоениями от металла подлежат замене новыми.

Сборку подвески производят в следующей последовательности: в отверстия болта и серьги легкими ударами через медную оправку запрессовывают подшипники ШС-40. В канавки отверстий вставляют запорные кольца. Болт подвески соединяют с серьгой валиком, предварительно установив дистанционные кольца между наружным кольцом подшипника ШС-40 и проушинами серьги.

Валик фиксируется конусной частью в конусном отверстии проушины серьги с одной стороны цанговой втулкой, с другой стороны— гайкой и контргайкой со стопорной шайбой. Осевые перемещения валика после затяжки гаек не допускаются.

На болт навинчивают нижнюю гайку и надевают резинометаллический амортизатор. Болт подвески вставляют в отверстие кронштейна подвески редуктора, сверху устанавливают второй амортизатор и навинчивают верхнюю гайку подвески.

Окончательный монтаж подвески редуктора и комплексного предохранения осуществляют после опуска рамы тележки на колесные пары.

Детали подвешивания тяговых двигателей. В подвешивании тяговых электродвигателей ДК-104; ДК-108; ДК-116 подлежат дефектировке и проверке на магнитном дефектоскопе все детали крепления (гайки, болты).

Шплинты подлежат 100%-ной замене. В случае повреждения резины их прогоняют и контролируют резьбовыми калибрами.

В подвешивании тяговых двигателей ДК-117 на тележках 81-717, 81-714, кроме указанных деталей,

проверке и дефектировке подвергают крышки, оси, сухари, резинометаллические прокладки, предохранительные тросы, регулировочные винты.

Реактивные тяги разбирают, при необходимости прогоняют резьбу, проводят осмотр состояния резьбы в резинометаллических шарнирах.

Детали, подлежащие дефектоскопированию, проверяют на дефектоскопе.

Резинометаллические прокладки, имеющие отклеенную резину, прокладки без штифтов на арматуре и другие дефекты, подлежат замене новыми.

Формовую резину к арматуре прокладок приклеивают клеем Лейкомат, предварительно тщательно обезжирив склеиваемые поверхности. Склейку выполняют в специальном приспособлении, обеспечивающем плотное прижатие резины к арматуре, и выдерживают в течение 1,5 ч при температуре около 150 °С.

Предохранительные тросы, имеющие обрыв более 15% проволочек на длине шага свивки, заменяют новыми.

Монтаж тележки. После дефектировки и ремонта все комплектующие узлы и детали транспортируют на участок сборки тележек. К комплектующим узлам относят колесные пары, тяговые электродвигатели, детали подвешивания тяговых двигателей и редукторов, детали карданных муфт, надбуксового и центрального подвешиваний, комплексного предохранения, крепежные, рычажно-тормозной передачи, а также предохранительные устройства.

Детали комплектуют и монтируют в узлы, а затем устанавливают на раму тележки.

Монтаж рычажно-тормозной передачи. Сборку крайних и средних тормозных подвесок осуществляют на верстаках.

Тормозные колодки типа Е соединяют валиками и закрепляют в тормозных башмаках проволочными чеками. Башмаки в свою очередь соединяют валиками с подвесками и вертикальными рычагами. На подвесках монтируют фиксаторы положения тормозных колодок относительно поверхности катания колеса.

Тормозные колодки типа Еж и всех последующих моделей выполнены вместе с башмаком, поэтому крайние тормозные подвески комплектуют из колодки, левой и правой подвесок, крайнего тормозного рычага, его валика, траверсы и регулировочного винта.

В комплект средней тормозной подвески входят фиксатор положения тормозной колодки, а также устройства стабилизирующее, антивибрационное и предохранительное от падения подвески на путь.

Собранные тормозные подвески монтируют на раме тележки, подвешивая их на кронштейнах с помощью валиков, которые фиксируют шплинтами.

Производят сборку и монтаж на раму крайних оттормаживающих устройств.

Все шарнирные, резьбовые соединения при сборке в узлы и при их монтаже смазывают смазкой УС-2 (солидол) или ЛЗ-ЦНИИ. Обычно используют отработанную смазку, которую вынимают из корпусов букс при ремонте колесных пар.

Следующие операции по монтажу и регулировке рычажно-тормозной передачи выполняют после опуска рамы на колесные пары и кузова вагона на собранные тележки.

Монтаж центрального подвешивания. Детали центрального подвешивания транспортируют на участок сборки и комплектуют.

В армированные окна поперечных балок устанавливают и закрепляют валиками серьги центрального подвешивания. Серьги перед монтажом подбирают по длине. Разность расстояний между опорными поверхностями серег для одной тележки должна быть не более 1,0 мм. Смонтированные серьги должны быть не зажаты и свободно висеть на опорных поверхностях валиков, обеспе-

чивая раскачивание центрального подвешивания вдоль и поперек пути.

В валики предварительно необходимо ввернуть наконечники с пресс-масленками.

В отверстия поддонов и проушины серег вставляют и закрепляют валики и опоры средних и нижних шарниров. Диаметры валиков после выводки местных выработок должны быть не менее 43,5 мм.

Головки валиков и опор ориентируют выемками под рамочные подвески: у нижних — вниз, у средних — вверх.

Поддоны размещают на специальном приспособлении. В круглые гнезда первых поочередно устанавливают нижние опоры, пружины, верхние опоры, резиновые прокладки и центральную балку.

Пружины должны быть подобраны по высоте. Разность высоты внутренней и наружной пружин одного комплекта в свободном состоянии должна быть не более 2 мм, а под нагрузкой «тара» вагона — не более 3 мм. Контролируют размеры между наличниками в проеме рамы и на центральной балке. Суммарный зазор между наличниками центральной балки и наличниками рамы должен быть в пределах 0,4—3,0 мм.

Обычно проверку выполняют, опуская центральную балку в проем рамы при помощи мостового крана и замеряя зазор между наличниками набором щупов. Монтаж центрального подвешивания на раму производят следующим образом: приспособления с комплектованным подвешиванием подводят под проем рамы тележки или раму устанавливают на опоры над приспособлением и последнее поднимают в проем рамы тележки мостовым краном или при помощи другого подъемного устройства. Удерживая приспособление с подвешиванием в этом положении, соединяют рамочными подвесками головки валиков средних и нижних шарниров и опоры.

Опускают приспособление вниз, а центральная балка с поддонами и пружинами остается подвешенной на раме тележки.

Затем на раму размещают предохранительные скобы, по две под каждый поддон. Предварительно замеряют зазор между выступами поддонов и предохранительными скобами, который должен быть в пределах 15—25 мм. При бо́льшем зазоре допускается на предохранительные скобы устанавливать деревянные прокладки, которые крепят стальными полосками толщиной 2 мм и шириной 15—20 мм.

После опуска рамы на колесные пары на тележку размещают подпятник с резинометаллическим амортизатором и боковые роликовые скользуны.

В валики средних и нижних шарниров, а также роликовых скользунов и в наличники рамы тележки ввинчивают пресс-масленки и прошприцовывают размягченной смазкой ЛЗ-ЦНИИ.

Установку гидроамортизаторов производят после опуска кузова вагона на тележки.

Монтаж карданной муфты. Перед монтажом карданных муфт комплектуют и устанавливают на специальные подставки и верстаки колесные пары и тяговые электродвигатели.

Кулачки карданных муфт подбирают по конусам валов двигателей и шестерен редукторов колесных пар.

Подборку производят по площади прилегания конусных поверхностей валов и кулачков с помощью краски (порошок ультрамарина с индустриальным маслом). При площади прилегания поверхностей менее 75—80% выполняют притирку по конусам валов с помощью абразивного порошка.

После этого повторно осуществляют проверку на площадь прилегания и замеряют свес торца кулачка относительно торца конусной части вала, который должен быть в пределах 2—4 мм. Номера кулачков и размеры свеса записывают мелом на осях колесных пар и остовах тяговых двигателей.

Затем кулачки нагревают в масляной ванне или другим способом, обеспечивающим равномерный прогрев всего тела кулачка до температуры не более 175 °С. Перед посадкой кулачок и конус вала тщательно обезжиривают бензином или ацетоном и протирают. На конус вала надевается зажимное кольцо и щит, затем с легкой посадкой насаживают кулачок. Температура последнего в момент посадки должна быть не ниже 150 °С.

После посадки повторно контролируют свес кулачка относительно торца конуса вала. Разница свеса при посадке в холодном и нагретом состояниях должна быть в пределах от 0,9 до 1,1 мм, на двигателях ДК-117 — от 1,1 до 1,3 мм. Кулачок закрепляют сферической гайкой со стопорной шайбой, после остывания первого гайку подтягивают.

Затем на вал с кулачком надевают корпус карданной полумуфты (вилку со стаканом). Через отверстия в зажимном кольце маслоудерживающий щит и стакан крепят болтами М12×85 к фланцу вилки. От самоотвертывания болты стопорят контргайками с упором во фланец вилки.

В каждую полумуфту закладывают по 500 г смеси смазки, состоящей из 60% смазки ЛЗ-ЦНИИ и 40% автомобильного трансмиссионного масла ТАП-158.

В выточку фланца вилки одной из полумуфт устанавливают центрирующую шайбу. Окончательный монтаж и регулировку карданных муфт выполняют после опуска рамы на колесные пары и монтажа тяговых электродвигателей.

Перед опуском рамы на колесные пары осуществляют монтаж буксовых поводков на крылья букс, разметку колесных пар по тележкам в соответствии с диаметрами колес и расстановку их на позиции сборки.

Монтаж поводков производят в следующей последовательности: поводки размещают гребенками крыльев букс так, чтобы отверстия в поводках совпали с отверстиями в крыльях, а выступы гребенок поводков вошли во впадины гребенок крыльев.

В отверстия через крыло буксы и поводок вставляют четыре болта М16, головки болтов должны быть заподлицо утоплены в пазы.

На тыльную сторону гребенки поводка устанавливают стальную прокладку толщиной 14 мм с четырьмя отверстиями диаметром 18 мм, через которые проходят крепежные болты. Поводки вместе с планками закрепляют на крыльях букс гайками с пружинными шайбами. Затягивают гайки тарировочным ключом с определенным усилием.

Колесные пары со смонтированными поводками и карданными полумуфтами в соответствии с предварительной разметкой выставляют на специальные подставки или на рельсовый путь канавы.

Комплектуют и раскладывают детали надбуксового подвешивания: верхние и нижние опоры, пружины, резиновые прокладки, болты, пружинные шайбы, гайки, вставки, регулировочные прокладки и т. д.

На раму монтируют крайние поводки и устанавливают тяговые двигатели с карданными полумуфтами (кроме рам тележек 81-717, 81-714). Затем раму тележки со смонтированными узлами рычажно-тормозной передачи, центральным подвешиванием, подвесками редукторов, крайними буксовыми поводками и тяговыми электродвигателями на рамах типа Е всех модификаций зачаливают на кронштейны подвески редуктора. После этого мостовым краном опускают ее на колесные пары, предварительно установив на крылья букс колесных пар детали надбуксового подвешивания: опоры нижние и верхние, пружины, резиновые прокладки и при необходимости регулировочные прокладки.

Предохранительные штыри корпусов букс должны с зазором входить во втулки продольных балок рамы. Буксовые поводки болтами соединяют с кронштейнами на раме и с крайними поводками, предварительно стянув их специальными струбцинами.

Монтаж тяговых двигателей 81-717, 81-714 на тележки. Перед монтажом тягового двигателя ДК-117 на кронштейны остова устанавливают и закрепляют предохранительный трос.

Среднюю часть оси колесной пары закрывают предохранительным чехлом. Тяговый двигатель зачаливают специальной чалкой и стержнем верхнего кронштейна остова ставят в выемки кронштейнов рамы, а предохранительными кронштейнами — на защитный кожух, который закрывает среднюю часть оси колесной пары. Затем закрепляют двигатель на кронштейнах рамы крышками и болтами. Перезачаливают и приподнимают двигатель. При этом он поворачивается вокруг оси стержня верхних кронштейнов, освобождая на оси колесной пары защитный кожух. Последний снимают с оси и приступают к монтажу реактивной тяги, совмещая отверстия в кронштейнах на остове двигателя и поперечной балке с отверстиями в головках реактивной тяги. Закрепляют ее болтами, затем устанавливают предохранительный трос. После соединения буксовых поводков с рамой тележки и монтажа тяговых электродвигателей ДК-117 на тележках 81-717, 81-714 соединяют серьгу подвески редуктора, смонтированной на кронштейне рамы, с корпусом редуктора колесной пары.

Корпус редуктора с помощью рычага поворачивают вокруг оси колесной пары до совмещения конусных отверстий проушин в корпусе редуктора с нижним отверстием в серьге подвески, в которое вставлен шаровой подшипник ШС-40. В совмещенные отверстия монтируют валик, предварительно закрепив с двух сторон наружного кольца подшипника ШС-40 два ограничительных кольца. Валик вставляют до упора конусной части в конусную поверхность отверстия проушины корпуса редуктора. Затем на первый надевают конусную цанговую втулку, которую закрепляют гайкой и контргайкой со стопорной шайбой.

Выполнив операции подвешивания редуктора, соединяют карданные полумуфты, смонтированные на валу-шестерне редуктора и валу электродвигателя. Для этого совмещают фланцы вилок по контрольным рискам, устанавливают между ними прокладку из электрокартона и в совмещенные отверстия вставляют и затягивают призонные болты. Производят предварительно регулировки соосности осей вала тягового двигателя и вала-шестерни редуктора, а также разбега карданной муфты.

Соосность валов контролируют с учетом нагрузки от веса кузова и пассажиров. Ось вала двигателя должна быть выше оси вала-шестерни приблизительно на 8 мм. Регулировку производят нижней и верхней гайками подвески редуктора.

Разбег карданной муфты на вагонах Е, Еж и всех модификаций осуществляют окончательно путем вращения регулировочных болтов, ввернутых в нижние кронштейны подвески тяговых двигателей. Для этого предварительно сдвигают карданную муфту до упора в сторону корпуса редуктора колесной пары и замеряют штангенциркулем расстояние между запорным кольцом карданной муфты и малой передней крышкой подшипника. Затем передвигают корпус карданной муфты до упора в сторону тягового двигателя и снова замеряют расстояние между крышкой подшипника и запорным кольцом. Разница размеров должна быть в пределах 5—7 мм.

При несоответствии данного размера его регулируют путем перемещения тягового двигателя на кронштейнах рамы на необходимое значение регулировочными винтами. Затягивают гайки последних и корончатые гайки крепления тягового двигателя, в коронки гаек ставят и разводят шплинты.

На тележках 81-717, 81-714 после регулировки «разбега» карданной муфты окончательное крепление тягового двигателя не производят, т. е. после опуска вагона на тележки необходимо отрегулировать соосность валов тягового двигателя и вала-шестерни редуктора в горизонтальной плоскости, которая должна быть не более 3 мм. При этом двигатель должен быть смещен в сторону поперечной балки рамы. Размер регулируют реактивной тягой подвешивания тягового двигателя, одновременно контролируют и регулируют зазор между осью колесной пары и остовом тягового двигателя. Он должен быть не менее 8 мм.

Затяжку болтов крепления двигателя выполняют специальным ключом через люк в полу вагона.

После выполнения регулировок приступают к монтажу затяжек рычажно-тормозной передачи. Соединяют оттормаживающие устройства с крайними тормозными подвесками, производят регулировку стабилизирующих устройств, устанавливают предохранительные тросики и соединяют шток тормозных цилиндров с вертикальными рычагами крайних тормозных подвесок. Затем на тележки монтируют тормозной воздухопровод, а на тележках 81-717, 81-714 — блок-тормоз.

Опуск кузова на тележки, проверка и регулировка механического оборудования вагона. Готовую под опуск кузова вагона тележку транспортируют на ремонтную позицию. С помощью мостового крана или электрическими домкратами кузов со смонтированным на нем оборудованием опускают на тележки.

Опуск кузова производят равномерно, без перекосов, до тех пор, пока один из шкворней, смонтированных в шкворневых балках рамы кузова, не коснется подпятника на центральной балке тележки. После этого шкворень направляют в отверстие подпятника и центральной балки и опускают сначала одну сторону кузова, затем вторую.

После опуска кузова на тележки осуществляют соединение пневматических приборов и тормозной магистрали с воздухопроводом тележки, а также тяговых электродвигателей с силовой электрической схемой вагона. Выполняют все необходимые регулировки и проверки работоспособности оборудования. Убеждаются в соответствии Нормам допусков и износов оборудования вагонов метрополитенов и производят регулировки выходов штоков тормозных цилиндров. Контролируют положение и зазор тормозных колодок по отношению к поверхности катания колес, работу ручного и блок-тормоза, замеряют расстояние от уровня головки рельса до низа рамы кузова вагона, а также до нижней точки срывного клапана и корпуса редуктора колесной пары, проверяют зазоры между остовом тягового двигателя и осью колесной пары, между скользунами кузова и роликами боковых скользунов центральной балки. Контролируют соосность валов двигателя и вала-шестерни редуктора и правильность установки комплексного предохранения подвешивания редуктора, а также производят другие измерения, предусмотренные Правилами ремонта вагонов метрополитена, технологическими процессами и прочими нормативными документами.

§ 26. Колесная пара и редуктор

Колесная пара является наиболее ответственным оборудованием ЭПС метрополитенов, от эксплуатационной надежности которой в значительной степени зависит безопасность движения.

Порядок и сроки технического обслуживания и ремонта колесных пар в эксплуатации производят в со-

ответствии с Инструкцией по осмотру, освидетельствованию, ремонту и формированию колесных пар электропоездов метрополитена.

Инструкцией определены следующие виды работ: технический осмотр и обслуживание колесных пар под вагонами; обыкновенное освидетельствование; полное освидетельствование. Сроки проведения этих работ совпадают со сроками осмотров и ремонтов вагона. Технический осмотр и обслуживание колесных пар под вагонами осуществляют при ТО-1, ТО-2, ТО-3, ТО-4, ТР-1 и ТР-2 вагона.

Обыкновенное освидетельствование выполняют при каждой выкатке колесных пар из-под вагона, если при этом не требуется проводить полное освидетельствование, а также когда срок хранения колесной пары превышает один год.

Полное освидетельствование производят при пробеге колесных пар 350 ± 20 тыс. км, т. е. при каждом ТР-3, КР-1, КР-2 вагона. Полное освидетельствование колесных пар

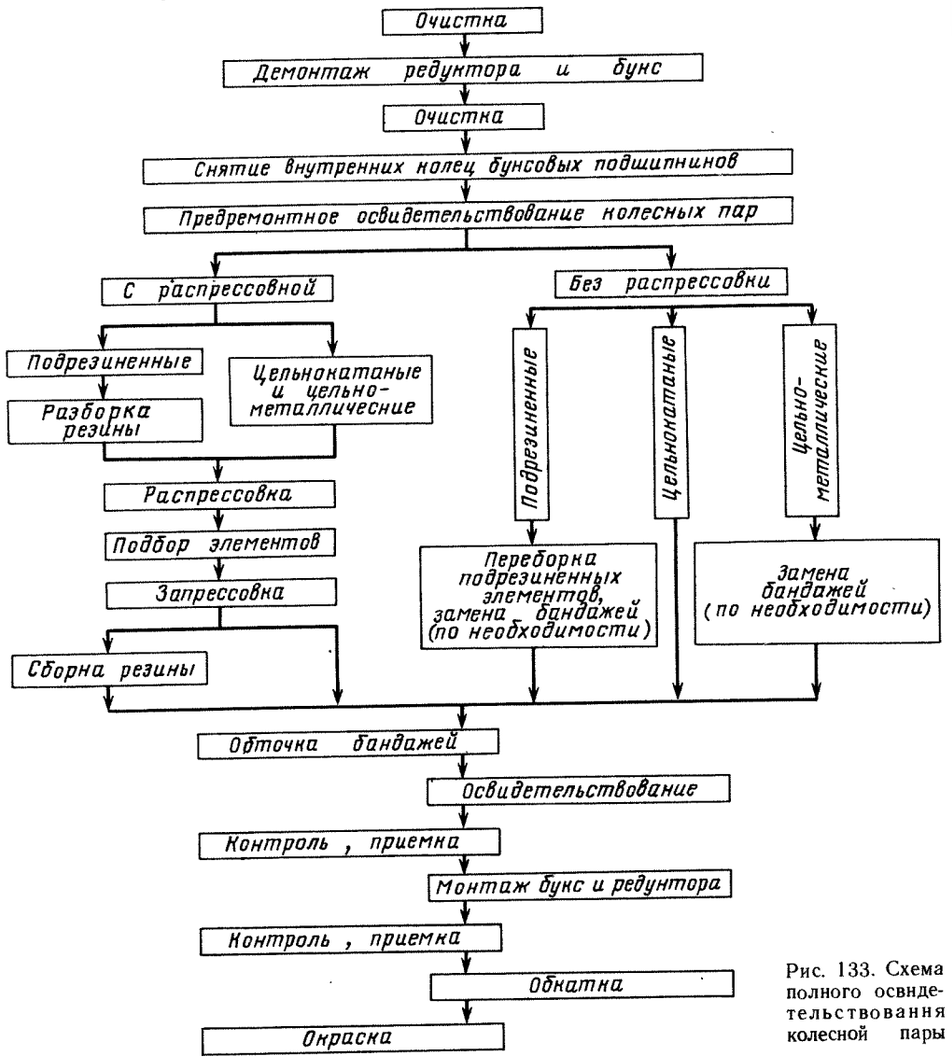


Рис. 133. Схема полного освидетельствования колесной пары

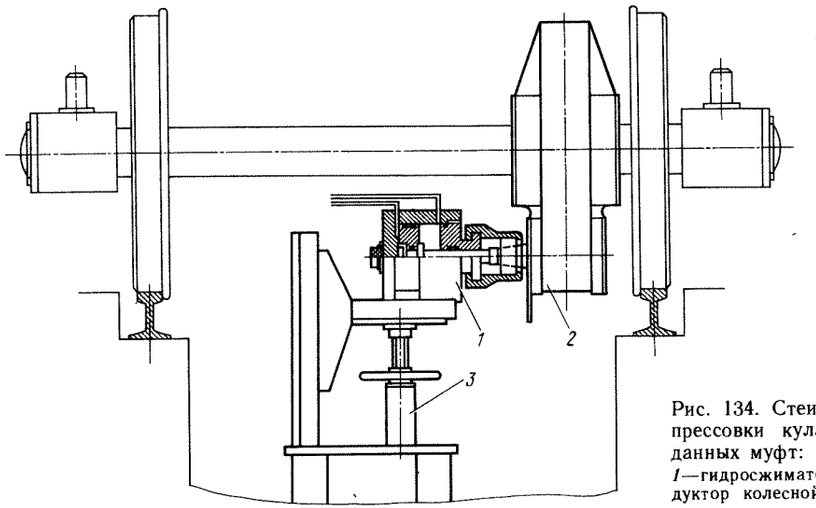


Рис. 134. Стеид для распрессовки кулачков карданных муфт:
1—гидросжиматель; *2*—редуктор колесной пары; *3*—опора

вагонов Д, оси которых не были упрочнены накаткой, после пробега 1500 ± 100 тыс. км выполняют с обязательной распрессовкой всех элементов. Распрессовку элементов колесных пар с упрочненными накаткой осями при полном освидетельствовании выполняют в случаях необходимости замены элементов.

Полное освидетельствование осуществляют также при формировании колесных пар, при перепробеге в случаях, когда неясны на оси клейма и знаки последнего полного освидетельствования, при ползунах (выбоинах) на поверхности катания глубиной более 1 мм, падении колесной пары, сходах вагонов с рельсов, авариях или крушениях вагонов. Его выполняют на базах ремонта, оснащенных специальным станочным и технологическим оборудованием, перечень которого определен Инструкцией по осмотру, освидетельствованию, ремонту и формированию колесных пар электропоездов метрополитена.

При полном освидетельствовании (рис. 133) производят работы в следующей последовательности. Предварительно с конусной части вала шестерни гидравлическим приспособлением (рис. 134) снимают кулачок карданной муфты.

Колесную пару в сборе промывают от загрязнения и нефтепродуктов в моечной машине (рис. 135) щелочным раствором, подогретым до температуры 70—80 °С, а затем холодной водой. Далее осуществляют разборку колесной пары. Для этого отворачивают болты крепления лабиринтных крышек, корпуса редуктора и снимают нижнюю часть корпуса в сборе с узлом малой шестерни и верхнюю его часть.

Корпуса букс освобождают от старой смазки, выпрессовывают подшипники, детали промывают и отправляют в ремонт. Затем снимают корпуса букс с подшипниками, предварительно сняв крепительные крышки, осевые гайки, кольца.

Из нижней части корпуса редуктора выпрессовывают узел малой шестерни, промывают узлы и детали редуктора и отправляют их в ремонт.

Колесную пару вновь промывают в моечной машине последовательно горячей и холодной водой. Индукционным нагревателем снимают внутренние кольца буксовых подшипников и лабиринтные воротники. После этого колесную пару подвергают детальному осмотру, производят необходимые замеры и проверки.

Контролируют состояние оси и

убеждаются в отсутствии поперечных, косых или продольных трещин, забоин, электроожогов и других повреждений; проверяют состояние бандажа и плотность его насадки на ободе центрального диска или колесного центра посредством обстукивания, а также убеждаются в отсутствии проворачивания бандажа и ослабления бандажного кольца; осматривают состояние ободов, дисков, нажимных шайб, ступиц колесных центров и убеждаются в отсутствии трещин, плен или расслоений. Производят осмотр шунтов, крепежных деталей, подшипников редукторного узла, проверяют плавность их вращения, убеждаются в отсутствии проворота внутренних колец подшипников, проверяют исправность сепараторов, состояние зубчатого колеса, его ступицы, лабиринтных колец, убеждаются в отсутствии трещин, сколов, износа.

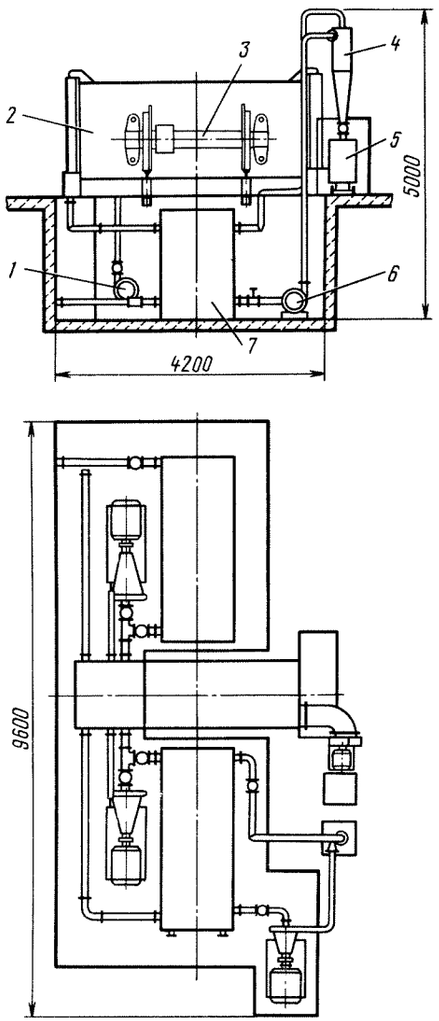


Рис. 135. Моечная машина колесных пар: *1*—насос; *2*—колпак; *3*—колесная пара; *4*—циклон; *5*—емкость для технологических отходов; *6*—фекальный насос; *7*—емкость с моющим раствором

Производят контроль оси ультразвуковым дефектоскопом, кроме этого, шейки оси, средние и предподступичные части ее, а также зубья зубчатого колеса проверяют методом магнитной дефектоскопии. Осматривают паспорт колесной пары, наличие установленных клейм и знаков на оси. Далее производят замеры: расстояния между внутренними гранями бандажей в четырех точках, диаметра бандажей по кругу катания по двум взаимно перпендикулярным направлениям; толщины бандажей и их гребней; бокового смещения зубчатого колеса (при этом измеряют расстояние от торцов ступицы второго колеса и запорного лабиринтного кольца и сравнивают этот размер с паспортными данными); диаметра буксовых шеек оси и предподступичной части с определением конусности и овальности, толщины зубьев зубчатого колеса с определением разномерности и конусности зубьев (рис. 136).

По результатам предремонтного освидетельствования определяют обстоятельства ремонта колесной пары, который выполняют в установленной последовательности технологических операций.

Колесные пары, требующие распрессовки. На подрезиненных колесных парах перед респрессовкой элементов выполняют разборку подрезиненных элементов. Для этого колесную пару устанавливают на манипулятор (рис. 137) и перемещают ее в вертикальное положение.

Далее отворачивают гайки крепления шпилек, болты, выпрессовывают с помощью гидравлического приспособления (рис. 138) штифты, снимают нажимную шайбу и резинометаллические вкладыши, после этого чалочным приспособлением освобождают центральный диск с бандажом, снимают второй ряд вкладышей. Перевернув с помощью манипулятора колесную пару на 180 °С, таким же образом разбирают второе подрезиненное колесо.

Распрессовку элементов колесной пары производят на гидравлическом прессе с максимальным усилием 4000 кН, оборудованном манометрами и самопишущим прибором для записи на ленте диаграммы запрессовки. При этом используют специальные приспособления. Порядок полной распрессовки колесной пары следующий: распрессовывают второе колесо или колесный центр, снимают лабиринтную крышку, далее

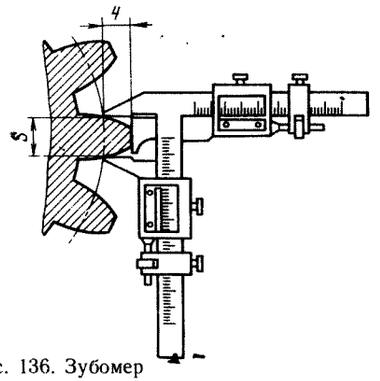


Рис. 136. Зубомер

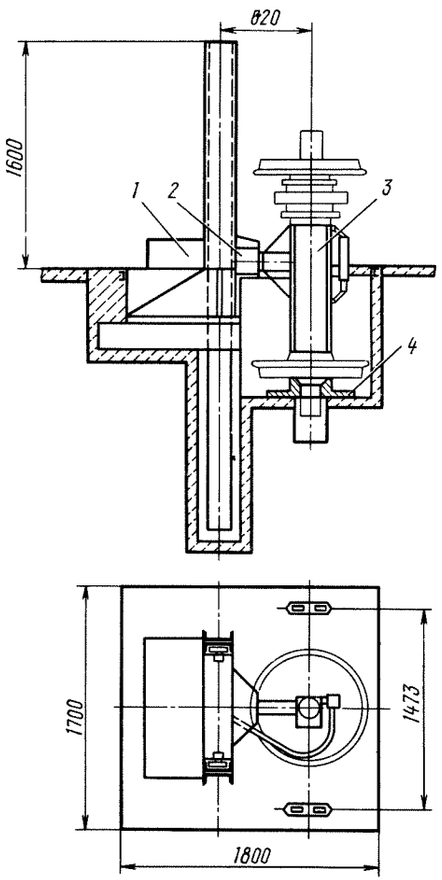


Рис. 137. Манипулятор для сборки колес подрезиненных колесных пар: *1*—подъемное устройство; *2*—поворотное устройство; *3*—зажимное устройство; *4*—опора

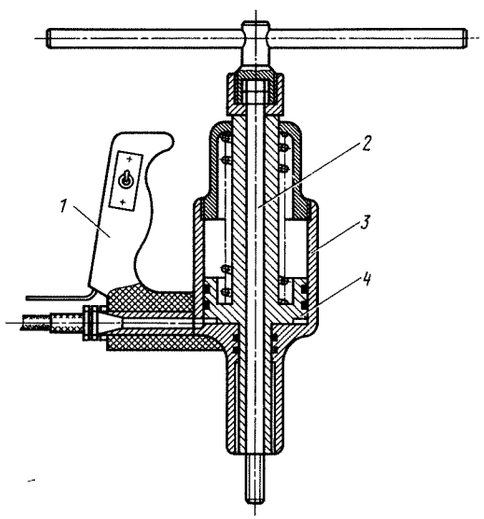


Рис. 138. Приспособление для выпрессовки штифтов: *1*—рукоятка управления; *2*—винт; *3*—гидроцилиндр; *4*—силовой поршень

одновременно спрессовывают запорное лабиринтное кольцо, роликовый подшипник, наружное и внутреннее лабиринтные кольца, зубчатое колесо. Колесный центр с удлиненной ступицей, если нет необходимости, спрессовывать с оси не рекомендуется.

Элементы распрессованной колесной пары проверяют и убеждаются в отсутствии дефектов, соответствии размеров установленным нормам, допускам и износам и затем ремонтируют или заменяют новыми.

Подбор отремонтированных или вновь изготовленных элементов для формирования колесной пары осуществляют с учетом их фактических размеров и установленных норм натягов при посадке, которые должны соответствовать допустимым усилиям при запрессовке.

При производстве замеров элементы не должны иметь разность температур более 10 °С.

Запрессовку скомплектованных элементов колесной пары начинают с запрессовки на ось колесного центра с удлиненной ступицей. При этом необходимо соблюдать следующие условия: буксовые шейки оси должны быть защищены предохранительными чехлами, на шейку со стороны плунжера пресса должен быть помещен стакан с упором в торец предступичной части оси, горизонтальное положение оси должно быть выверено по уровню, элементы при установке на пресс не должны иметь перекосов, для запрессовки необходимо применять приспособления, соответствующие типу колесной пары и технологической операции. Перед запрессовкой центра проверяют состояние посадочных поверхностей, после чего их смазывают чистым сырым растительным (льняным или подсолнечным) маслом и производят запрессовку. Во время запрессовки первого центра контролируют форму индикаторной диаграммы, а также положение центра на оси с помощью шаблона (рис. 139). После запрессовки центра с удлиненной ступицей осуществляют проточку и шлифовку его наружной поверхности в местах посадки элементов редукторного узла. Ось с напрессованным центром размещают в специальных подставках. По полученным посадочным размерам подбирают элементы редукторного узла. Затем на колесный центр надевают последовательно крышку редуктора; нагретое до температуры 130 °С лабиринтное кольцо; нагретый до температуры 120 °С шариковый подшипник, наружное лабиринтное кольцо; нагретое до температуры 130 °С внутреннее лабиринтное кольцо. Нагрев элементов производят в масляных ваннах или печах с электронагревом (рис. 140). Собранный узел вновь устанавливают на запрессовочный пресс и запрессовывают зубчатое колесо, предварительно осмотрев посадочные поверхности и смазав их растительным маслом.

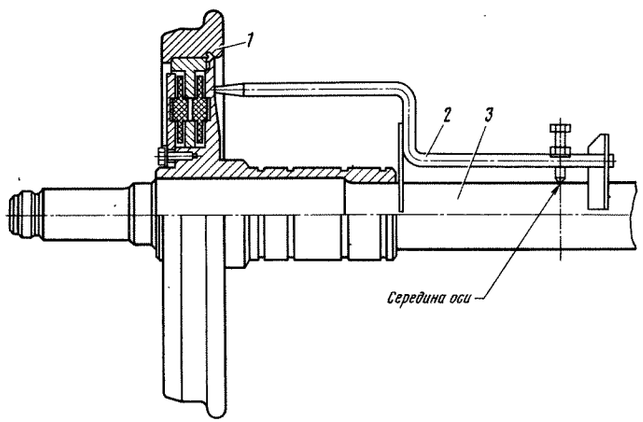
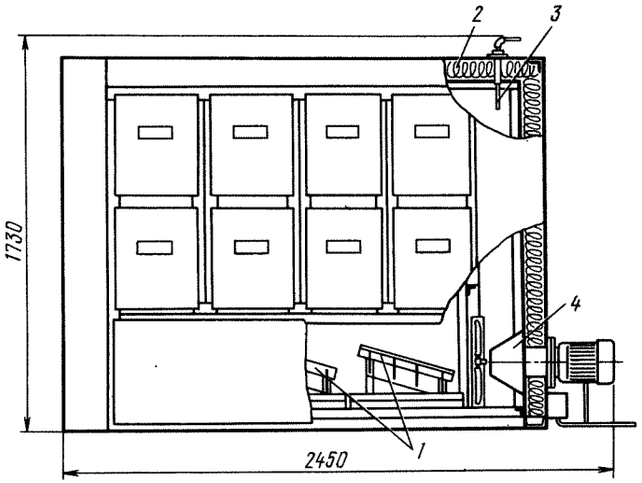


Рис. 139. Шаблон для проверки положення первого центра на осн:
1—колесный центр в сборе; *2*—шаблон-скоба; *3*—ось

Рис. 140. Шкаф для нагрева элементов колесных пар:
1—тепловые электрические нагреватели; *2*—корпус; *3*—термопара; *4*—вентилятор



Зубчатое колесо запрессовывают до упора в упорное лабиринтное кольцо. Затем узел ставят на подставки и производят посадку последовательно нагретого до температуры 150 °С внутреннего лабиритнтного кольца, наружного кольца, роликового подшипника, нагретого до температуры 120 °С, после чего запрессовывают в упор запорное кольцо и надевают крышку редуктора. Далее узел вновь устанавливают на пресс и запрессовывают второй колесный центр, повторяя операции, аналогичные запрессовке первого центра. На сформированной колесной паре проверяют сборочные размеры.

При соответствии всех контролируемых размеров и диаграмм запрессовок принятой технической документации оформляют технический паспорт колесной пары в порядке, установленном Инструкцией по осмотру, освидетельствованию, ремонту и формированию колесных пар электропоездов метрополитена.

Прессовые операции при ремонте цельнокатаных колесных пар имеют некоторые отличия. При распрессовке проводят следующие технологические операции: спрессовывают второй колесный центр, затем первый.

После прессовых операций на подрезиненных колесных парах производят сборку подрезиненных элементов. Для этого сформированную колесную пару устанавливают на манипулятор и перемещают в вертикальное положение оси, в гнезда колесного центра укладывают 8 шт. резинометаллических вкладышей соответствующей категории и вставляют 8 шпилек, затем ставят центральный диск с бандажом, укладывают в гнезда центрального диска второй ряд вкладышей, устанавливают нажимную шайбу и осуществляют крепление узла штифтами, гайками шпилек и болтами в последовательности, показанной на рис. 141. При этом контролируют усилие затяжки болтов и шпилек.

После этого контролируют качество сборки обстукиванием молотком массой не более 0,5 кг, а также проверяя щупом зазор между нажимной шайбой и ступицей колесного центра. Он не должен превышать 0,2 мм не более чем в трех местах, а также в нижней точке колеса

между внутренним диаметром обода центрального диска и наружным диаметром колесного центра или нажимной шайбы должен быть не менее 6 мм.

Собранную колесную пару ставят на колесно-токарный станок и производят обточку поверхностей ободов колес. При этом выполняют обработку поверхности катания, гребня и внутренней грани (при необходимости). При этом контролируют профиль поверхности обода максимальным шаблоном (рис 142), расстояние между внутренними гранями штихмасом, радиальное биение поверхности катания индикаторной головкой, убеждаются также в чистоте поверхности обточки и отсутствии дефектов.

Далее производят освидетельствование колесной пары, в которое входят следующие операции: зачистка колесной пары, магнитная дефектоскопия зубчатого колеса с помощью седлообразного магнитного дефектоскопа, промывка колесной пары технической салфеткой, смоченной в керосине, магнитная дефектоскопия оси (рис. 143), контроль размеров и визуальный осмотр.

При проверке контролируют размеры: расстояние между внутренними гранями бандажей по замерам в четырех точках, толщину бандажей и размеры их гребней, овальность и биение бандажей по поверхности катания, расстояние между торцами ступицы второго колеса и запорного кольца, диаметры шеек оси под буксовые подшипники и предступичных частей с определением овальности, конусности и волнистости, а также осевого и радиального биения обода зубчатого колеса, лабиринтных колец и запорного кольца, зазор между нажимной шайбой и ступицей, утопания штифтов от наружной поверхности нажимной шайбы, толщину зубьев зубчатого колеса. После этого на торце оси колесной пары наносят клейма.

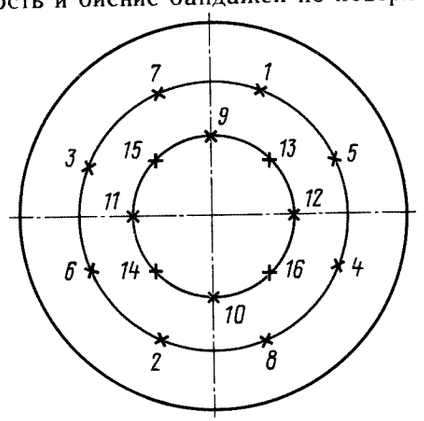


Рис. 141. Схема последовательности затяжки гаек подрезиненного колеса

На колесной паре, соответствующей всем требованиям принятой технической документации, производят монтаж буксовых узлов корпуса редуктора.

Детали буксовых узлов — воротник лабиринтный, подшипники, дистанционные кольца — укомплектовывают предварительно в блоки в соответствии с техническими условиями и нормами допусков и износов с учетом размеров шеек оси колесной пары.

Монтаж буксового узла на колесной паре состоит из трех операций: посадки деталей на ось, размещения блока подшипников в корпусе буксы, установки корпуса буксы на колесную пару. Посадку деталей на шейки оси проводят в следующей последовательности: на предподступичной части оси устанавливают нагретое до температуры 125—150 °С лабиринтное кольцо, на шейку надевают нагретое до температуры 100—120 °С внутреннее кольцо заднего подшипника, нагретое до температуры 100—120 °С малое дистанционное кольцо, а также внутреннее кольцо переднего подшипника и упорное кольцо; собранный комплект деталей затягивают осевой гайкой, по мере остывания ее подтягивают, после остывания деталей до температуры окружающей среды гайку и упорное кольцо снимают и контролируют плотность посадки деталей. Щуп толщиной

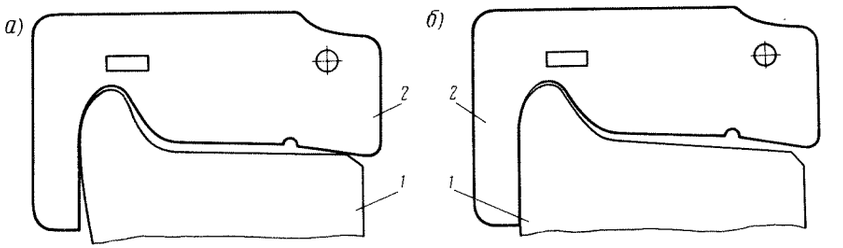


Рис. 142. Проверка профиля катания колеса максимальным шаблоном при неправильной (*а*) и правильной (*б*) установке:
1—колесо; *2*—шаблон

до 0,05 мм не должен входить в зазор между деталями, допускается перемещение его не более чем на $^1/_3$ длины по окружности кольца.

Установку блока подшипников в корпус буксы проводят в следующей последовательности: посадочные поверхности корпуса осматривают, смазывают тонким слоем смазки, устанавливают наружное кольцо заднего подшипника с роликами, большое дистанционное кольцо, а также наружное кольцо переднего подшипника с роликами. Далее укрепляют корпус буксы на шейку оси, надевают упорное кольцо и осевую гайку, стопорную планку, производят закладку смазки № 5 ЦНИИ в буксу и ее крышку, наносят на ось клейма, после чего закрывают крепительную крышку.

Монтаж корпуса редуктора включает две основные операции: монтаж узла шестерни в верхней половине корпуса редуктора и установку двух половин корпуса редуктора на колесной паре.

Монтаж узла шестерни выполняют в следующей последовательности: на цилиндрическую часть вала шестерни насаживают нагретое до температуры 150 °С лабиринтное кольцо, нагретый до температуры 120° С шариковый подшипник и закрепляют его стопорной шайбой. Насаживают нагретые до температуры 130 °С переднее лабиринтное кольцо и до

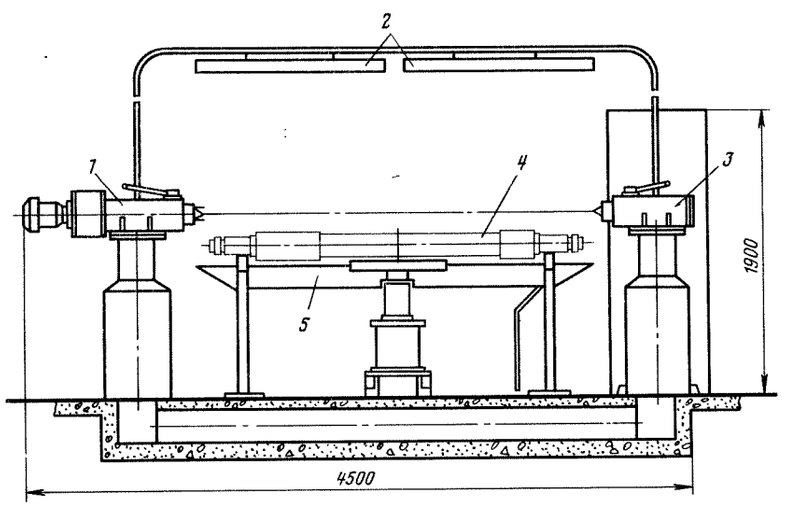


Рис. 143. Магнитный дефектоскоп для проверки осей колесных пар:
1, 3—направляющие; *2*—светильники; *4*—ось колесной пары; *5*—стол дефектоскопа

температуры 120 °С внутреннее кольцо роликового подшипника, устанавливают в корпус редуктора наружное кольцо роликового подшипника, вставляют узел шестерни в корпус редуктора и закрепляют крышку со стороны шарикового подшипника. Перед этим закладывают смазку ЛЗ-ЦНИИ в полости подшипников, после этого укрепляют на цилиндрическую часть вала шестерни запорное и лабиринтное кольца и закрепляют крышку со стороны роликового подшипника. После этого устанавливают верхнюю и нижнюю половины редуктора на колесную пару и закрепляют их и крышки болтами.

После монтажа букс и редуктора проводят окончательную проверку качества монтажа колесной пары визуальным осмотром и остукиванием крепежных деталей с помощью молотка массой не более 0,5 кг. При остукивании не должно прослушиваться дребезжание детали. После контрольной операции осуществляют обкатку и испытания собранной колесной пары на специальном стенде (рис. 144) или в сборе с тележкой на специально приспособленных опорных тумбах. Стенд оборудован асинхронным электродвигателем переменного тока, питается напряжением 380 В при частоте тока 50 Гц, номинальная частота вращения электродвигателя 1600 об/мин, чем обеспечивается частота вращения колесной пары 500 об/мин.

Вал электродвигателя соединяется с конической частью вала ведущей шестерни редуктора специальной муфтой.

Колесную пару устанавливают на стенд с опорой на буксы, на коническую часть шестерни надевают съемную часть соединительной муфты и, приподнимая корпус редуктора, совмещают обе части соединительной муфты и крепят их болтами, фиксируя положение редуктора рычагом. Установив колесную пару на стенде, производят контроль качества зубчатого зацепления. Для этого открывают пробку (вагон Е) или крышку (вагон Д) смотрового люка в верхней половине корпуса редуктора; смазывают краской (синькой) шесть зубьев зубчатого колеса по всей длине зуба и, провернув вручную за обод колесную пару в одну и другую сторону до обкатки зубьев шестерни и окрашенных зубьев зубчатого колеса, проверяют пятно контакта на зубьях шестерни: площадь соприкосновения рабочих поверхностей зубьев должна быть по длине зуба не менее 70%, по высоте зуба не

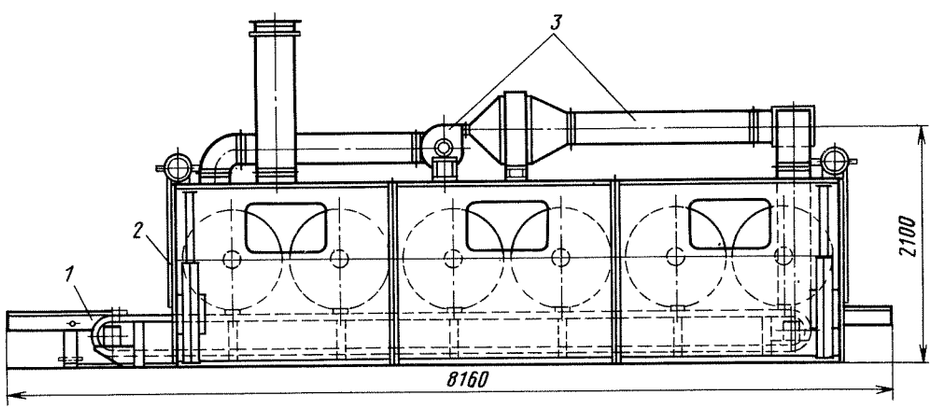


Рис. 144. Сушильная камера:
1—рельсовый путь; *2*—подъемные двери; *3*—вентиляционная система

менее 35% для всех типов колесных пар.

При худшей характеристике зацепления контролируют качество монтажа редуктора или его изготовление.

После проверки зацепления в корпус редуктора заливают 0,2—0,4 л веретенного масла АК (допускается заливать смазку, применяемую в эксплуатации), закрывают крышку люка и выполняют обкатку колесной пары при частоте вращения ее 300 об/мин в течение 15 мин в одну и 15 мин в другую сторону. В процессе обкатки проверяют: температуру нагрева корпуса букс и редуктора в месте расположения подшипников, которая не должна превышать более 20 °С температуру окружающей среды (измерения производят контактным термометром или термодатчиком с измерительным прибором); качество уплотнений редуктора и букс (пропуск или течь смазки не допускается); плавность работы зацепления подшипников, которую оценивают на слух (удары, стуки, вибрация, повышенный шум в зацеплении и подшипниках не допускаются).

Колесные пары, удовлетворительно прошедшие обкаточные испытания на стенде, окрашивают.

Окраска колесных пар включает в себя следующие операции: обезвоживание поверхностей, изоляцию мест, не подлежащих окраске, грунтовку, окраску серой краской, сушку, окраску наружного торца обода колеса белой эмалью, нанесение контрольно-поперечной полосы шириной 20—25 мм на наружном торце обода красной краской, снятие предметов изоляции с неокрашиваемых мест, нанесение номера колесной пары на внутренней поверхности второго колесного центра цифрами 60—100 мм, контроль качества окраски.

Окраску выполняют в окрасочных камерах методом воздушного распыления с помощью краскопультов, методами безвоздушного распыления на установках УРБХ или распыления красителей в электростатическом поле на установках УЭРЦ. Сушку производят в естественных условиях или искусственными методами: конвекционным, радиационным или индукционным. Наиболее рационален терморадиационный способ сушки в специальных камерах, оборудованных нагревательными элементами и системой принудительной вентиляции.

На колесную пару, прошедшую полное освидетельствование, заполняется технический паспорт.

Колесные пары, не требующие распрессовки. На подрезиненных колесных парах осуществляют переборку резинометаллических вкладышей с их заменой новыми или старогодными, при этом вкладыши предварительно проверяют на специальном стенде и группируют по категориям и группам в зависимости от характеристик жесткости и размеров; в оба колеса каждой колесной пары устанавливают вкладыши одной группы. При постановке старогодных вкладышей II категории допускается для компенсации остаточной деформации вкладышей применять дистанционные металлические прокладки. К I категории относят старогодные вкладыши, имеющие высоту в свободном состоянии 26,0—25,2 мм, а по II категории соответственно 25,1—24,4 мм.

Характеристика групп вкладышей II категории представлена в табл. 10.

Колесные пары после пробега 350±20 тыс. км могут быть выпу-

Таблица 10

Группа	Высота под нагрузкой 45 кН, мм	Прогиб, мм	Толщина прокладки, мм
I	23,30—23,74	1,0—1,3	1,4—1,5
II	23,30—23,74	0,8—0,99	1,4—1,5
III	23,30—23,74	0,6—0,79	1,4—1,5
IV	23,75—24,10	1,0—1,3	0,5—0,6
V	23,75—24,10	0,8—0,99	0,5—0,6
VI	23,75—24,10	0,6—0,79	0,5—0,6

щены без переборки резины до пробега 700 тыс. км, если при их проверке под тарой вагона или на специальном стенде под равноценной нагрузкой будут выдержаны следующие параметры:

разность размеров между верхними и нижними точками внутренних граней бандажей не более 2,5 мм;

разность размеров между внутренним диаметром бандажа и нажимной шайбой в диаметральной плоскости не более 4,0 мм;

радиальный зазор между нажимной шайбой или колесным центром и центральным диском не менее 6,0 мм (замеряют в нижней точке колеса);

толщина и диаметр бандажа по кругу катания соответствуют допустимым нормам.

После переборки вкладышей колесная пара проходит обточку бандажей и далее все технологические операции, описанные выше.

Цельнокатаные колесные пары, не требующие распрессовки, далее проходят обточку и все последующие операции полного освидетельствования.

На цельнометаллических колесных парах при необходимости заменяют бандажи. Для этого колесную пару устанавливают на колесно-токарный станок, срезают бандажное кольцо, затем колесную пару ставят в индукционный нагреватель для нагрева бандажа и снимают бандаж. После этого производят подбор бандажа по размеру наружного диаметра колесного центра и производят его нагрев на индукционном нагревателе; насаживают бандаж на колесный центр, устанавливают бандажное кольцо и завальцовывают бурт на завальцовочном прессе. Качество посадки контролируют остукиванием молотком массой до 0,5 кг.

Далее цельнометаллическое колесо проходит обточку бандажа.

Ремонт деталей колесной пары. Ось колесной пары после распрессовки проверяют на соответствие

герметических размеров нормам и допускам (замеры), убеждаются в отсутствии видимых дефектов и повреждений (визуальный осмотр) и скрытых, внутренних дефектов (ультразвуковая дефектоскопия).

Ось бракуют, если она имеет дефекты, а именно: прозвучиваемость ниже нормы или внутренние пороки при ультразвуковом контроле; трещины и плены на любой части оси, следы электроискрового или электродугового контакта на любой части оси; отклонение от чертежных размеров. Риски, задиры, забоины сверх допустимых норм, смятие торцов, а также коррозию устраняют шлифовкой соответствующей части оси до ремонтных размеров, а при необходимости обточкой, последующей накаткой и шлифовкой. При ремонте шеек осей колесных пар вагонов Е, 81-717, 81-714 допускается их переточка на две ремонтные градации до диаметра соответственно $109{,}5^{-0{,}010}_{-0{,}045}$ и $109^{-0{,}010}_{-0{,}045}$ мм.

Изношенную или сорванную резьбу более 10% по рабочей длине, резьбу под осевую гайку восстанавливают электродуговой наплавкой с последующей механической обработкой, а смятие и износ резьбы под стопорные болты или центровых отверстий — электронаплавкой с последующей механической обработкой.

Накатку осей осуществляют на специальных станках или с помощью контактных приспособлений на токарных станках с удлиненной станиной.

Колесные центры осматривают и проводят проверку их геометрических размеров. Центр, имеющий трещину на ступице или в диске, бракуют. При наличии сколов, забоин сверх допустимых норм, а также плены на диске или ободе дефекты выводят местной вырубкой, проточкой или электронаплавкой с последующей механической обработкой. Дефекты отверстий под штифты устраняют развертыванием их под следующие ремонтные размеры: 26,1; 26,2; 26,3 мм.

Размеры диаметров посадочных мест на первом центре под лабиринтные кольца, подшипники, зубчатое колесо восстанавливают газоплазменным напылением металла с его оплавлением на установке ТВЧ и последующей механической обработкой.

Зубчатое колесо осматривают, контролируют его размеры и проводят магнитную дефектоскопию зубьев; при наличии конусности зуба (по толщине) более 0,25 мм, местного выкрашивания в виде отдельных раковин сверх допустимых норм выполняют фрезеровку или шлифование зубьев на соответствующих станках. При наличии трещин или узлов зуба зубчатое колесо бракуют окончательно.

Бандаж и диск центральный осматривают и производят проверку их геометрических размеров, контролируют плотность насадки бандажа остукиванием молотком. Бандаж заменяют в случае несоответствия его геометрических размеров предусмотренным нормам и допускам, а также наличия металлургических дефектов. Другие дефекты бандажа устраняют его обточкой до допустимых ремонтных размеров.

Центральные диски, имеющие трещины, бракуют. Смену бандажа производят выполнением ряда последовательных операций. На станке вырезают бандажное укрепляющее кольцо. Бандаж с диском нагревают до температуры 250—320 °С и снимают с диска, при этом используют индукционные электронагреватели; допускается производить разрезку бандажа газовой горелкой. Подбирают по размерам посадочных диаметров с учетом натяга новый бандаж; посадочные поверхности бандажа и диска центрального очищают металлической щеткой от ржавчины и загрязнений; нагревают бандаж до температуры 250—320 °С, при этом разность температур различных участков бандажа не должна превышать 50 °С. Нагретый бандаж устанавливают горизонтально на металлической плите и опускают в него центральный диск. Далее в круговую канавку бандажа заводят предварительно изготовленное бандажное кольцо, при этом температура бандажа должна быть не ниже 200 °С. После этого бандаж с диском устанавливают на завальцовочный пресс и выполняют обжимку бурта бандажа. Операции при насадке бандажа производят так, чтобы при обжимке температура его не опускалась ниже 150 °С. При этом контролируют усилия обжимки, которое должно быть в пределах 0,35 Н. После естественного остывания узла проверяют плотность соединений остукиванием детали молотком массой 0,5 кг, при этом должно наблюдаться упругое отскакивание молотка и прослушиваться чистый металлический звук.

Корпус редуктора осматривают и производят контроль размеров. Уплотнения заменяют новыми. Трещины, сколы и износ в отверстиях под подшипники подвески восстанавливают электродуговой сваркой (стальной корпус) или электродуговой сваркой в среде аргона (силуминовый корпус) с последующей механической обработкой. Изношенные посадочные поверхности под наружные обоймы подшипников восстанавливают газопламенной наплавкой. Забитую и поврежденную резьбу в корпусе исправляют прогонкой метчика.

Корпус буксы осматривают и проверяют геометрические размеры. Уплотнение заменяют новым.

Производят осмотр и контроль лабиринтных дистанционных колец и крышек, а также их размеров. При наличии изломов, трещин, коробления лабиринтные кольца заменяют новыми. Износ по посадочным поверхностям и выступам лабиринта восстанавливают наплавкой или осталиванием с последующей механической обработкой. Забоины,

задиры, коррозии удаляют шлифовальной шкуркой.

Крепежные детали осматривают, зачищают, восстанавливают резьбу. Шпильки колесных пар контролируют на магнитном дефектоскопе с последующим клеймением.

Подшипники качения промывают в специальных моечных машинах или вручную, используя моющий препарат Лабомид-101 и Лабомид-102 или подогретую мыльную эмульсию. После промывки из подшипников удаляют остатки влаги, продувая их горячим воздухом или протирая техническими салфетками. Далее подшипники подают в специально оборудованное отделение, оснащенное необходимой технологической оснасткой и измерительным инструментом. Дефектировку, ремонт и перекомплектацию подшипников качения осуществляют в соответствии с Инструкцией по содержанию и ремонту узлов (комплектов) с подшипниками качения вагонов метрополитена.

Проверяют плавность и легкость вращения подшипника в сборе, убеждаются в отсутствии посторонних шумов при провороте. У подшипников осматривают состояние наружных и внутренних колец, роликов и сепараторов. Окончательно бракуют детали, имеющие неисправности и повреждения: трещины, изломы, сколы, крупные вмятины, задиры, ползуны (лыски) на поверхностях качения, гранность и волнообразный накат на кольцах и роликах, разделение на дорожках качения колец и роликов, следы перегрева, сплошной след ожога электротоком, выкрашивание на дорожках качения, разработку отверстий под заклепку в шайбе сепаратора.

При подборе нового комплекта подшипника измеряют размеры наружного кольца, диаметр и длину всех роликов. При замене отдельных роликов в комплекте старого подшипника замеряют размеры 3—4 роликов из старого комплекта и подбирают новый ролик в соответствии с допустимыми отклонениями. Измерение роликов производят на приборе Д312М или 264.

Скомплектованный и собранный подшипник проверяют на качество сборки, плавность вращения; к нему подбирают внутреннее кольцо при условии соблюдения установленных зазоров. На наружное и внутреннее кольца наносят клейма.

При установке в узлах парных подшипников измеряют их суммарный осевой разбег с дистанционным кольцом на специальном приборе. Регулируют осевой разбег парных подшипников подбирая дистанционные кольца по высоте. Подобрав подшипники по радиальному и осевому разбегам их хранят комплектно с дистанционным кольцом до установки в подшипниковый узел.

Шариковые подшипники осматривают, измеряют радиальный и осевой зазоры. Зачищают риски, следы коррозии на посадочных и рабочих поверхностях колец. Проверяют плавность вращения при горизонтальном положении подшипника и бракуют его при неудовлетворительном результате.

Допуски на основные размеры роликов при комплектовке:

Разномерность роликов, мк, в среднем сечении по наибольшему значению при диаметре ролика, мм:	
до 30	4
свыше 30	5
Разномерность роликов по длине для подшипников, не воспринимающих осевых нагрузок, мк	12
То же для буксовых подшипников, мк	10
Овальность роликов, мк, при диаметре, мм:	
до 20	3
свыше 20 до 30	4
» 30	5
Конусность роликов, мк, при диаметре, мм:	
до 20	4
свыше 20	5
Зазор между роликами и двумя бортами наружного кольца, не менее, мк	40
Вогнутость роликов, мк	не допускается

§ 27. Магнитная и ультразвуковая дефектоскопии

Магнитная дефектоскопия. В целях предупреждения крушений, аварий и неисправностей подвижного состава на линиях метрополитена ответственные детали электровагонов в процессе изготовления и ремонта проходят магнитный контроль. Он обеспечивает своевременное изъятие из эксплуатации деталей, которые имеют на поверхности трещины, угрожающие выходу из строя детали, узла, что может привести к серьезным последствиям.

На заводах по ремонту подвижного состава и в электродепо магнитный контроль деталей выполняют специально назначенные для этого работники — дефектоскописты или техники-дефектоскописты. До назначения на должность они выдерживают испытания в знании устройств применяемых дефектоскопов, а также ПТЭ и Инструкции по дефектоскопии деталей электровагонов. Дефектоскописты, выделенные для производства магнитного контроля элементов колесных пар, дополнительно проходят проверку в знании Инструкции по осмотру, освидетельствованию, ремонту и формированию колесных пар вагонов метрополитена.

О результатах испытаний составляют акт, который хранится в личном деле дефектоскописта. Лица, выдержавшие испытания, назначаются на должность дефектоскописта приказом по заводу или электродепо. В этом же приказе каждому дефектоскописту присваивается личное клеймо, оттиск которого ежегодно заменяют новым. Рабочие места дефектоскопистов должны хорошо освещаться. Для удобства осмотра, поворота и перемещения деталей на рабочих местах устанавливают специальные стенды и подъемные механизмы.

Для производства магнитного контроля ответственных деталей подвижного состава в зависимости от их форм, размеров и характера поверхностей, подлежащих контролю, применяют дефектоскопы следующих типов: круглые; разъемные и седлообразные переменного тока типа ДГЭ и ДГС; стационарные постоянного тока; стационарные универсальные типа УМДЭ; шаговые типа ДЛЗ и настольные переменного тока типа ДГН. Разрешается изготовление магнитных дефектоскопов указанных типов по утвержденным службой и предприятиями метрополитена чертежам.

Каждый дефектоскоп должен иметь технический паспорт с характеристикой, схемами, чертежами, описанием устройства и журнал периодического контроля дефектоскопа.

На рабочем месте дефектоскописта, кроме дефектоскопа, необходимо иметь сосуд для магнитной смеси или при магнитном контроле сухим методом распылитель для железного порошка, а также эталоны для проверки работы дефектоскопа и качества магнитной смеси, или порошка; противень для сбора отработанной магнитной смеси, переносную лампу с рефлектором напряжением не более 12 В, лупу или увеличительное стекло кратностью не менее $1 \times 2{,}5$; щетку или кисть для удаления порошка с поверхности детали и устройство для контроля размагничивания деталей. Последнее представляет собой легкий стержень (массой 1—2 г) из мягкой стали, который легко притягивается к намагниченной при проверке детали и легко отпадает от нее, как только она будет размагничена. В местах, выделенных для магнитного контроля, устанавливают распределительный щиток с кнопочным выключателем, предохранителем, вольтметром и реостатом для регулировки силы тока. На стационарных дефектоскопах, как правило, используют педальное и кнопочное управление. На корпусе переносного дефектоскопа размещают индивидуальный выключатель.

В качестве индикатора, т. е. указателя дефекта, при работе всех дефектоскопов применяют магнитную жидкость или порошок.

Принцип работы дефектоскопа. Магнитный поток, создаваемый катушками прибора, проходит проверяемую деталь и при встрече с поверхностной трещиной, которая расположена перпендикулярно или косо к нему, образует местные магнитные полюсы, собирающие около себя железные частицы магнитной смеси или порошка. Для осуществления магнитного контроля применяют железный порошок с содержанием железа не менее 94% и по гранулометрическому составу только мелкий и очень мелкий.

Использование железных порошков средней и крупной зернистости запрещается. Порошок должен храниться в герметически закрытой посуде, предохраняющей его от окисления, в сухом отапливаемом помещении при комнатной температуре.

Каждая партия магнитного порошка, применяемая в электродепо или на заводе, должна иметь сертификат.

Магнитная смесь для контроля деталей мокрым способом приготавливается из железного порошка в количестве 125—175 г на 1 л жидкой основы. В качестве жидкой основы, как правило, применяют смесь осветленного керосина и трансформаторного или компрессорного масла марки М.

Состав жидкой основы: три-четыре части керосина, 6—7 частей масла. Железный порошок и магнитную смесь после дефектоскопии деталей без покрытия алюминиевым порошком разрешается использовать повторно. Как вновь приготовленные, так и повторно применяемые порошки перед употреблением проверяют на контрольном эталоне. Если при испытании порошка или магнитной смеси трещина на эталоне не проявится достаточно четко, необходимо сменить порошок или магнитную смесь. *Запрещается производить дефектоскопию неисправным дефектоскопом и магнитной смесью или порошком, не отвечающими требованиям инструкции по магнитному контролю.*

Сроки производства магнитного контроля ответственных деталей электровагонов и их перечень устанавливаются правилами заводского и деповского ремонтов. Детали, подлежащие этому контролю, при ремонте которых согласно правилам ремонта применяют сварку или наплавку, подвергают магнитному контролю как перед ремонтом, так и после сварки или наплавки.

Каждую деталь, подлежащую магнитному контролю, предварительно очищают от загрязнений, пыли, смазки и краски.

При магнитном контроле сухим методом (опылением железным порошком) контролируемые поверхности обязательно должны быть сухими. В зависимости от формы и размеров деталь проверяют магнитным дефектоскопом в одном или нескольких последовательных положениях, обеспечивающих направление магнитного потока перпендикулярно возможным трещинам.

Правильное расположение деталей в магнитном потоке изображается на эскизах, прилагаемых к Инструкции по магнитному контролю.

При скоплении на проверяемом участке детали частиц магнитной смеси или порошка в виде выпуклой линии, указывающей на наличие трещин, место скопления частиц зачищают до металлического блеска и затем подвергают повторному контролю.

В случае повторного скопления порошка в том же месте и той же формы деталь бракуют.

По окончании проверки любая деталь, проходившая магнитный контроль, обязательно должна быть размагничена. Размагничивание деталей производят в затухающем переменном магнитном поле. Для этого деталь пропускают через включенный дефектоскоп переменного тока, затем деталь и дефектоскоп удаляют друг от друга на 1—1,5 м и последний выключают.

Размагничивание деталей при контроле дефектоскопом постоянного тока осуществляют изменением направления тока в питающей сети. По окончании пользования дефектоскоп должен быть тщательно обтерт, а переносной — поставлен в специальный шкаф.

Результаты магнитного контроля каждой проверенной детали записывают в журнал установленной формы с заключением о годности детали для дальнейшей эксплуатации и росписью дефектоскописта.

При контроле партии одинаковых деталей, не имеющих заводских номеров, разрешается записывать в журнал результаты проверки партии в целом с обязательным указанием числа деталей в партии.

Производственно-техническим отделам завода и электродепо надлежит отражать в месячных и годовых отчетах число проверенных и отбракованных деталей с указанием характера и расположения дефектов, обнаруженных при магнитной дефектоскопии, а также выполнять анализ и разрабатывать конкретные технические мероприятия по предупреждению и устранению дефектов.

В процессе ремонта и сборки электровагонов, а также по окончании капитального, среднего или подъемочного ремонтов ответственные за качество ремонта (мастера участков, ОТК, старшие мастера) обязаны убедиться в наличии на деталях клейм проверки их на дефектоскопе, а также в наличии записей в установленных журналах о годности деталей к эксплуатации.

При сдаче подвижного состава из неплановго ремонта мастер электродепо обязан убедиться в наличии указанных записей и клейм на деталях, установленных вновь или разбиравшихся при этом ремонте.

На приемщиков подвижного состава возлагается контроль за правильным проведением магнитной дефектоскопии деталей на заводах и в электродепо.

Все дефектоскопы, стенды для дефектоскопии, вспомогательные устройства и приспособления к ним один раз в 6 мес должны подвергаться ревизии работниками ремонтно-хозяйственных участков заводов или электродепо. При ревизии дефектоскопов обязательно должно быть проверено состояние и крепление всех деталей.

Оборудование очищают от пыли и загрязнений, обтирают; намагничивающее устройство продувают сухим сжатым воздухом; замеряют сопротивление токоведущих частей относительно корпусов или станин; проверяют надежность заземления, соответствие потребляемой силы тока паспортным данным, а также качество проявления дефектов на эталоне.

Корпуса переносных дефектоскопов, корпуса и станины стендов и других устройств, предназначенных для дефектоскопии, должны иметь надежное защитное заземление. *При работе с дефектоскопом необходимо надевать диэлектрические галоши или стоять на резиновом коврике. Дефектоскописту запрещается работать без головного убора, с засученными рукавами.* Рукава одежды у кистей рук должны быть застегнуты или завязаны. Подключение дефектоскопов к питающей сети производят через штепсельные разъемы.

Стационарные дефектоскопы, имеющие постоянную подводку питающей линии, включают и выключают установленными на них выключателями. *Запрещается использование дефектоскопов с разбитыми корпусами или поврежденной изоляцией.*

Ультразвуковая дефектоскопия. Ультразвуковой контроль позволяет выявить скрытые дефекты в деталях (трещины, непровары, поры,

газовые пузыри, шлаковые включения, пустоты, флокены и т. п.), угрожающие безопасности движения поездов. Высокая проникающая способность ультразвуковых колебаний волн, большая чувствительность аппаратуры способны в некоторых случаях осуществлять контроль узлов и деталей без их разборки и снятия с подвижного состава.

Выявляемость различного вида дефектов при ультразвуковом контроле обусловлена их характером, размерами, ориентацией и местом расположения, а также структурой металла, типом, размерами и конфигурацией изделия, состоянием поверхности и для каждого изделия и материала определяется предварительными экспериментальными исследованиями или опытным путем.

Ультразвуковая дефектоскопия деталей подвижного состава разрешается только специально подготовленным и назначенным для этой работы техникам-дефектоскопистам.

Техник-дефектоскопист проходит теоретическую и практическую подготовку по ультразвуковой дефектоскопии деталей подвижного состава и выдерживает теоретические и практические испытания. Выдержавшие испытания получают удостоверение установленного образца и право выполнения в течение года ультразвукового контроля конкретных деталей подвижного состава, перечисленных в удостоверении.

Для проведения ежегодных испытаний или при назначении на должность техника-дефектоскописта на предприятиях создают экзаменационные комиссии под председательством главного инженера завода или электродепо.

Рабочее место оборудуют ультразвуковыми дефектоскопами, вспомогательным оборудованием и приспособлениями, ящиками или шкафами для хранения аппаратуры и технической документации.

Работы по проведению такого контроля деталей проводят на хорошо освещенном участке цеха при температуре не ниже +5 °С.

Объем и периодичность ультразвукового контроля деталей подвижного состава определяется соответствующими инструкциями МПС или приказами руководителей предприятий по каждому оборудованию.

Техника безопасности при ультразвуковом контроле. Контроль деталей подвижного состава производят в цехах депо и ремонтных заводах среди большого количества машин, станков и оборудования, имеющих заземленные металлические конструкции, а также токопроводящие полы.

Эти условия создают для персонала, обслуживающего дефектоскопы, опасность поражения электрическим током. Одним из основных мероприятий, направленных на то, чтобы избежать поражения электрическим током, является защитное заземление металлических частей дефектоскопа и контролируемых деталей.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как устраняют повреждения обшивки кузова?
2. Как проверяют исправность ручного тормоза после ремонта?
3. Каков порядок демонтажа автосцепки?
4. Как проверяют правильность установки автосцепки?
5. Каков порядок проверки рамы тележки?
6. Какими электродами заваривают дефекты на раме?
7. Расскажите о порядке сборки тележки?
8. Каков порядок опуска кузова вагона на тележки?
9. Какие виды обслуживания и ремонта колесной пары Вы знаете?
10. В каких случаях необходим ремонт колесной пары с перепрессовкой элементов?
11. Расскажите о порядке распрессовки колесной пары цельнокатаного исполнения?
12. Как подбирают комплект подшипников буксового узла?
13. Каков принцип работы дефектоскопа?
14. Перечислите дефекты, которые можно обнаружить ультразвуковой дефектоскопией.

Глава 6

РЕМОНТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

§ 28. Общие сведения

На вагонах метрополитена применяют электрические машины постоянного тока: тяговые электродвигатели, имеющие мощность часового режима от 66 (ДК-108) до 110 (ДК-117) кВт; электродвигатели компрессоров мощностью 7,5 кВт; электродвигатели привода групповых переключателей мощностью 0,15—0,17 кВт.

В результате воздействия неровностей пути на механические элементы подвижного состава (в частности, тяговых электродвигателей), колебаний электрического напряжения в сети, частой смены режимов пуска и торможения состава, широкого диапазона изменений частоты вращения якорей, нагрева обмоток и так далее ухудшается коммутация, усиливается искрение в коллекторно-щеточном узле, разрушается изоляция, происходит износ механических деталей двигателей. Это может привести к появлению кругового огня на коллекторе, пробою изоляции обмоток, а также к коротким замыканиям и другим аварийным режимам. *Поддержание электродвигателей в исправном, работоспособном состоянии одно из обязательных условий для обеспечения безопасности движения на метрополитене.*

На заводе производят средний или капитальный ремонт тяговых электродвигателей в зависимости от их пробега или состояния.

Средний ремонт. Он предусматривает восстановление эксплуатационных характеристик электрических машин путем замены или ремонта изношенных или поврежденных составных частей, узлов и деталей. При среднем ремонте выполняют контроль состояния всех составных частей с устранением обнаруженных неисправностей. Проверяют состояние изоляции полюсных катушек, межкатушечных соединений, выводных проводов, правильность установки и крепления полюсов и катушек. Катушки и выводные провода с поврежденной изоляцией подлежат замене или ремонту. Осматривают состояние изоляции обмотки якоря, коллектора. При необходимости производят ремонт якоря, коллектора, а также ремонт якоря с заменой обмотки. Вал двигателя проверяют на ультразвуковом дефектоскопе, убеждаются в надежности посадки вентиляторов, уплотнительных колец, внутренних колец подшипников. Контролируют состояние посадочной поверхности конусной части вала, а также состояние шпоночной канавки и резьбы торцовой части вала. Производят ревизию подшипниковых узлов, а балансировку якоря — с насаженным вентилятором. Восстанавливают рабочую поверхность коллектора с обточкой, продорожкой и шлифовкой. Осуществляют ремонт щеткодержателей и их кронштейнов с полной разборкой и заменой изношенных деталей. После ремонта двигатель собирают и подвергают приемосдаточным испытаниям.

Капитальный ремонт. Он заключается в полной разборке и дефектации деталей электрической машины, в замене или ремонте всех составных частей и узлов. При капитальном ремонте производят раз-

Таблица 11

Тип тягового электродвигателя	Нормы межремонтных пробегов при ремонте	
	среднем, тыс. км	капитальном, млн. км
ДК-104	350±50	2,1±0,3
ДК-108	350±50	2,1±0,3
ДК-116	350±50	2,1±0,3
ДК-117	350±50	2,1±0,3

борку и сборку остовов со съемом и постановкой полюсных катушек. Последние (за исключением катушек с изоляцией «монолит») ремонтируют со сменой покровной и корпусной изоляции, а также с проверкой и заменой не отвечающих требованиям выводов, испытанием на межвитковое замыкание, пропиткой и покрытием лаком. Выполняют ремонт якоря со сменой обмотки и полной сменой изоляции, со сменой коллектора и манжет. Обмотки якоря и полюсных катушек дважды пропитывают вакуум-нагнетательным способом. Балансировку якоря осуществляют как со снятым, так и с насаженным вентилятором.

Весь объем работ, входящих в средний ремонт, включают в программу капитального ремонта электрических машин.

Средний ремонт с увеличенным объемом включает средний ремонт остова и капитальный ремонт обмотки якоря (без замены коллектора).

На вагонах метрополитена эксплуатируют тяговые электродвигатели типа ДК-104 (вагоны Д); ДК-108 (вагоны Е, Еж, Ем-508, Ем-509); ДК-116 (вагоны Ежа, Ем-508Т, Еж); ДК-117 (вагоны 81-717, 81-714).

В табл. 11 приводятся нормы пробегов тяговых электродвигателей между средними и капитальными ремонтами.

Средний ремонт тяговых электродвигателей с обязательной пропиткой обмоток выполняют через 1,05±0,15 млн. км от последней пропитки.

§ 29. Доремонтные испытания, очистка и разборка тяговых электродвигателей

При поступлении тягового электродвигателя в ремонт на завод заполняют журнал поступления тяговых двигателей в ремонт. В нем отмечают дату поступления, тип и номер двигателя, номер якоря, депо приписки, номер вагона, пробег остова и якоря с начала эксплуатации или после последнего капитального ремонта, а также требуемый объем ремонта.

До начала работ проверяют наличие паспортов на электродвигатель, якорь, подшипники, а также комплектность деталей и узлов на двигателе согласно чертежам. После контроля комплектности приступают к доремонтным испытаниям двигателя. Их проводят с целью выявления дефектов, учета и исправления их в процессе ремонта.

С помощью мегаомметра на 2500 В измеряют сопротивление изоляции обмотки якоря, катушек главных и дополнительных полюсов, кронштейнов щеткодержателей относительно индуктора. Измерительный мост или тестер используют для измерения омического сопротивления обмотки якоря, катушек главных и дополнительных полюсов. Замеренное сопротивление при необходимости пересчитывают на соответствующее значение при температуре +20 °С согласно формуле:

$$R = R_{20}[1 + \alpha\ (t - 20)],$$

где R_{20} — сопротивление при температуре 20 °С, Ом;
t — температура помещения, где производят замеры, °С;
α — температурный коэффициент меди, равный 0,00411 $°C^{-1}$.

В течение 3—5 мин по необходимости электродвигатель испытывают на холостом ходу. При этом органолептическим способом (на слух) контролируют работу переднего и заднего подшипников; с помощью часового индикатора проверяют осевой разбег якоря, биение коллектора по рабочей части и биение вала по конусной части. Разбег якоря, биение коллектора и вала контролируют при частоте вращения 60 об/мин. Все данные по доремонтным испытаниям двигателя заносят в специальный журнал.

Двигатель разбирают на отдельные узлы. Снимают крышки коллекторных люков, клицы, крепящие выводные провода. С выводных проводов убирают смоляную ленту, бандажи крепления рукавов, маркировочные ярлыки, защитные рукава и изоляцию. Извлекают крышки подшипников. На валу со стороны коллектора снимают упорное кольцо подшипника, предварительно разогнув уголки и удалив стопорную шайбу. Перед снятием подшипниковых щитов, если на щитах отсутствует учет маркировки, их маркируют. Замеряют зазоры между роликами и внутренними кольцами подшипников, производя замеры в верхней части подшипников в трех точках при повороте якоря.

Для выемки якоря из остова отжимными болтами отжимают предварительно подшипниковый щит со стороны привода (противоположной коллектору). При выполнении этой операции на электродвигателе ДК-117 необходимо «застопорить» вал, так как отсутствие стопорного кольца переднего (со стороны коллектора) подшипника не позволяет отжимать задний (со стороны привода) подшипниковый щит, не сдвигая при этом вал. Удержать вал при отжатии заднего подшипникового щита можно, применяя, например, стопорную планку.

Отжав подшипниковый щит на 10—15 мм, на резьбовую часть вала надевают специальное приспособление чалку — «гусь» (рис. 145) и вынимают якорь из остова. При этом якорь располагается горизонтально. Изучается целесообразность выемки якорей из остовов в вертикальном положении.

Отвернув гайки крепления кронштейнов щеткодержателей, отжимают и снимают передний подшипниковый щит. Угольные щетки удаляют с подшипникового щита, так как они подлежат 100%-ной замене.

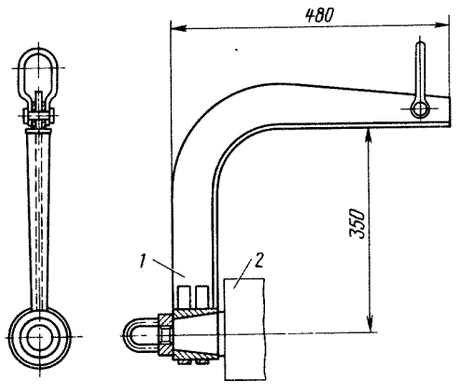


Рис. 145. Чалка для транспортировки якоря в горизонтальном положении:
1—чалка; *2*—якорь

Корпуса щеткодержателей отделяют от кронштейнов, извлекают гребенки-накладки и перемычки щеткодержателей, предварительно срезав чулок и ленту, крепящие перемычки к скобам подшипникового щита. С подшипникового щита снимают кронштейны.

Из подшипниковых щитов на вертикальном прессе или вручную выпрессовывают роликовые подшипники. Задний шариковый подшипник вынимают специальным съемником вместе с внутренней подшипниковой крышкой.

Для демонтажа магнитной системы двигателя срезают изоляцию межкатушечных соединений главных и добавочных полюсов и разъединяют их. Полюса снимают в кантователе, поворачивая остов таким образом, чтобы извлекаемый полюс находился вверху, и отворачивая гайковертом болты крепления полюсов. Катушки полюсов (за исключением электродвигателей ДК-117 и некоторых ДК-116, имеющих изоляцию типа «монолит») выпрессовывают на прессе.

Демонтаж магнитной системы при среднем ремонте производят по не-

обходимости, при капитальном ремонте — в обязательном порядке.

Демонтаж якоря осуществляют при капитальном ремонте и среднем с увеличенным объемом.

Узлы и детали разобранного электродвигателя перед транспортировкой на соответствующие участки ремонта очищают от пыли, загрязнений и т. п. Крышки коллекторных люков, кронштейны щеткодержателей протирают хлопчатобумажными концами, увлажненными в керосине.

Якорь и остов (до демонтажа магнитной системы) продувают в продувочной камере. Для этого тележку с якорем или остовом загружают в продувочную камеру, закрывают двери, подключают вытяжную вентиляцию, открывают кран подачи сжатого воздуха, включают привод поворотного стола и продувают как якорь, так и остов в течение 3 мин. После продувки якорь и остов вытирают хлопчатобумажными концами, увлажненными в бензине (обмотки якоря, катушки полюсов) или керосине (металлические части). Концами, увлажненными в керосине, протирают наконечники выводных концов.

Подшипниковые щиты, крышки подшипников, крепежные детали, корпуса и накладки щеткодержателей промывают в моечной машине раствором кальцинированной соды. Роликовые и шариковые подшипники подвешивают на специальном контейнере и промывают в отдельном отсеке моечной машины также раствором кальцинированной соды.

После промывки детали протирают и направляют на соответствующие участки ремонта.

§ 30. Остовы, главные и добавочные полюса, подшипниковые щиты и крышки

Остов тягового электродвигателя осматривают, контролируют остукиванием для выявления трещин. Проверяют диаметры горловины станины под подшипниковые щиты. Для этого производят замеры в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Овальность горловины станины не должна превышать 0,5 мм. Резьбовые отверстия под болты крепления подшипниковых щитов контролируют калибром и прогоняют метчиком. В случае необходимости заменяют скобы крепления клиц межкатушечных соединений, крышек коллекторных люков, а также вентиляционные прутки. Остов, имеющий износ выше установленных норм, восстанавливают с помощью наплавки с последующей механической обработкой торцов и расточкой горловины до чертежных размеров. Заплавленные отверстия сверлят вновь и при необходимости нарезают резьбу. При наличии в остове трещин их заваривают с предварительной разделкой последних и зачисткой сварного шва после сварки. При выполнении сварочных работ без демонтажа полюсов и проводов необходимо надежно закрыть полюса с катушками и провода листовым асбестом.

При капитальном ремонте и в случае наличия дефектов в полюсных катушках при среднем ремонте полюса с катушками демонтируют. Для этого снимают изоляцию с межкатушечных соединений, отворачивают болты крепления межкатушечных соединений, а также болты крепления межкатушечных соединений друг к другу, очищают болты крепления полюса на остове от компаунда, отворачивают болты и снимают полюс с катушкой с остова. Катушки, кроме имеющих изоляцию типа «монолит», спрессовывают с полюсов. При капитальном ремонте замеряют сопротивление изоляции и омическое сопротивление катушек. Сопротивление изоляции не должно быть ниже 5 МОм. Омическое сопротивление полюсных катушек для разных типов электродвигателей при температуре 20 °С приведено в табл. 12.

В табл. 12 приведены данные для четырех катушек, соединенных последовательно. Эти данные снимают на собранном двигателе. Сопротивление одной отдельно взятой катушки соответственно в четыре раза меньше. Полюсные катушки тяговых электродвигателей ДК-117 и ДК-116, имеющие изоляцию «монолит», не ремонтируют и при наличии дефектов заменяют новыми вместе с полюсом.

Полюсные катушки контролируют на межвитковые замыкания с помощью импульсной установки или на стержне трансформатора (рис. 146). Верхняя часть магнитопровода такого трансформатора выполнена в виде откидывающегося якоря, который позволяет надевать на один из стержней трансформатора проверяемую катушку (П). На другом стержне располагают измерительную катушку (И), питающуюся от сети переменного тока. Если в проверяемой катушке (П) наведется ЭДС, то возрастет ток в цепи измерительной катушки (П), что зарегистрирует амперметр.

Применяют более чувствительные схемы контроля катушек на межвитковые замыкания с помощью трансформатора: на трехстержневом трансформаторе методом двойной трансформации и др.

При проверке полюсных катушек на межвитковые замыкания с помощью импульсной установки аппарат, включающий в себя генератор импульсов, подключают к сети переменного тока. На выходе генератор создает импульсы высокого напряжения. В цепь генератора импульсов включают катушку и, кроме того, индикатор, например осциллограф. По показаниям последнего судят о наличии или отсутствии межвитковых замыканий. Одна из наиболее распространенных схем показана на рис. 147. Две одинаковые испытываемые катушки *П1* и *П2* включены в цепь генератора импульсов (ГИ) по схеме моста. При отсутствии межвитковых замыканий разности потенциалов на индикаторе, включенном в диагональ моста, не возникает и луч на экране остается прямолинейным. При наличии межвитковых замыканий вследствие возникновения разности потенциалов луч отклоняется. По направлению отклонения луча определяют, в какой из катушек имеются межвитковые замыкания. В случае выявления местных замыканий в крайних витках, их устраняют, проложив асбестовую бумагу, пропи-

Таблица 12

Катушка	Омическое сопротивление катушек полюсов для электродвигателей, Ом			
	ДК-104	ДК-108	ДК-116	ДК-117
Главных полюсов	0,050	0,048	0,043	0,0312
Добавочных полюсов	0,022	0,0266	0,022	0,0094
Подмагничивающая	—	124	—	—

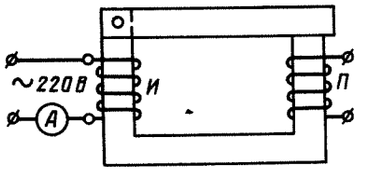


Рис. 146. Проверка полюсных катушек на межвитковые замыкания на стержне трансформатора

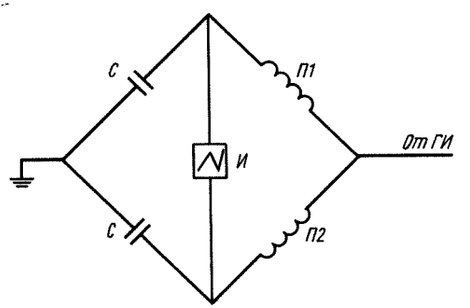


Рис. 147. Проверка полюсных катушек на межвитковые замыкания на импульсной установке

танную в электроизоляционном кремнийорганическом лаке.

Тщательным внешним осмотром контролируют состояние изоляции катушек, убеждаются в отсутствии выжигов и других повреждений покровной и корпусной изоляций. Осматривают выводы катушек, состояние изоляции, пайку наконечников на выводах, а также состояние контактных поверхностей наконечников.

На основе результатов проверки и измерений определяют необходимый объем ремонта катушек. При капитальном ремонте у катушек, снятых с остова, срезают корпусную изоляцию и при отсутствии повреждений меди и межвитковой изоляции накладывают новую изоляцию согласно чертежу. Шунтовую катушку главного полюса тягового электродвигателя ДК-108 при необходимости заменяют новой. Корпусная изоляция последовательной и параллельной катушек является общей.

Полюсные катушки, имеющие пробой корпусной изоляции, прожоги или серьезные механические повреждения в ней, ремонтируют с заменой этой изоляции как при капитальном, так и при среднем ремонтах.

Катушки с обнаруженными межвитковыми замыканиями, а также повреждениями витковой меди заменяют новыми.

Межкатушечные соединения при капитальном ремонте переизолируют независимо от их состояния, при среднем — если имеются дефекты изоляции. Места соединений проводов с катушками после снятия старой изоляции выравнивают замазкой, затем изолируют провода межкатушечных соединений одним слоем стеклоленты ЛЭС вполуперекрышу, пятью слоями полосок стеклолакоткани ЛСЭ и поверх стеклолакоткани накладывают еще один слой стеклоленты ЛЭС.

После снятия покровной изоляции с полюсных катушек при капитальном ремонте контролируют исправность выводных проводов и наконечников. Провода короткие с перетертой, хрупкой и потрескавшейся изоляцией, а также выводные шины с трещинами и подплавлениями заменяют новыми. При обрыве более 50% жил у наконечников производят их перепайку. Места пайки проводов в катушках при смене провода или перепайке вскрывают до обнажения места пайки. После этого провода катушки заделывают электроизоляционной замазкой и корпусной миканитовой изоляцией с постепенным заходом на старую изоляцию в прямых частях катушки. Выход провода из изоляции плотно заделывают от попадания влаги. Жесткие выводы из катушек осматривают и убеждаются в отсутствии трещин, при необходимости их также перепаивают.

Изолировку катушек полюсов корпусной изоляции осуществляют слюдинитовой лентой ЛСК-СС четырьмя слоями с перекрытием половины ширины ленты, поверх которой накладывают один слой стеклянной ленты ЛЭС.

О пропитке полюсных катушек рассказывается в § 33.

После пропитки и сушки катушки полюсов опрессовывают для выдерживания габаритных размеров. Для этого их нагревают в печи до температуры 80 °С, оттуда транспортируют к прессу. Опрессовку ведут в специальных оправках, предназначенных для катушек главных и добавочных полюсов двигателей ДК-104 и ДК-108. Оправку смазывают кремнийорганической смазкой и вкладывают в оправу соответствующую катушку. Последнюю опрессовывают по высоте и внутренним поверхностям (по окну) силой 50—60 кН. После выпрессовки оправки с катушки и охлаждения катушки до температуры цеха ее габаритные размеры должны соответствовать чертежу. Наконечники выводных проводов катушки очищают, не нарушая полуды, изолируют выводные провода стеклолентой ЛЭС

одним слоем вполуперекрышу и бандажируют стеклянным чулком АСЭ.

Опрессованные катушки продувают сжатым воздухом или протирают технической салфеткой, увлажненной в уайт-спирите. Протертые катушки покрывают лаком, затем сушат в печи.

Сердечники полюсов при капитальном ремонте проверяют на соответствие чертежным данным. При наличии расслоений, ослаблений, трещин, изломов листов главных полюсов, а также при срыве более одной нити резьбы в отверстии или при наличии резьбы, не удовлетворяющей калибру третьего класса, сердечники заменяют новыми. При ослаблении боковин сердечников главных полюсов подтягивают заклепки. Пружинные фланцы и полуфланцы при наличии трещин и изломов, потере упругости и при наличии деформации подлежат замене. При ремонте фланцы выправляют по форме в соответствии с чертежом при условии сохранения ими упругости. Перед поступлением на сборку детали полюсов — фланцы, полуфланцы, прокладки — должны быть чистыми, без заусенцев, окрашенными (кроме прокладок под сердечники полюсов) и просушенными.

Запрессовку сердечников полюсов в катушки выполняют на прессе, без ударов и перекосов. Сердечник должен плотно входить в катушку. Неплотности и зазоры между боковыми сторонами катушки и сердечником устраняют при монтаже катушек прокладками из электрокартона.

Полюсные болты и шпильки перед постановкой контролируют дефектоскопом и убеждаются в отсутствии трещин. Резьбу болтов и шпилек проверяют резьбовыми калибрами.

Крепление полюсов к остову производят с натягом на усадку катушек по высоте, что при необходимости регулируют постановкой прокладок из электрокартона по высоте катушки. Окончательную затяжку полюсов болтами осуществляют при нагретых до температуры 70—100 °С катушках, нагрев которых производят пропусканием через них тока до 300 А с контролем температуры по методу сопротивления.

После окончательной установки полюсов проверяют плотность прилегания фланцев к катушкам; наличие пружинных шайб на полюсных болтах. Фланцы и головки полюсных болтов остукивают молотком, при этом не должно быть вибрации. Шаблонами контролируют расстояние между полюсами по окружности, а также от оси вращения якоря до наконечников полюсов на соответствие нормам.

Монтаж межкатушечных соединений в остове необходимо выполнять без резких перегибов проводов.

После монтажа катушек в остове с помощью компаса проверяют: полярность полюсов, пропуская через катушки постоянный ток 50—100 А; с помощью мегаомметра — сопротивление изоляции; измерительным мостом — омическое сопротивление. Убеждаются в правильности маркировки катушек и наконечников. Все имеющиеся неровности в катушках и межкатушечных соединениях выравнивают замазкой.

Если при поступлении электродвигателя в средний ремонт магнитная система находится в удовлетворительном состоянии, а изоляция полюсных катушек и межкатушечных соединений соответствует испытательным напряжениям, то ремонт остова осуществляют без демонтажа полюсов. В случае выявления повреждений в какой-либо одной катушке, данный полюс снимают с остова для ремонта или замены новым.

При среднем ремонте заваривают местные повреждения в остове (если таковые имеются), при этом надежно закрывают полюса с катушками и провода листовым асбестом и переизолируют их этим же материалом, а также переизо-

лируют межкатушечные соединения. Осматривают выводные провода двигателя, проверяют состояние изоляции проводов, их длину от остова. Выводы, имеющие длину ниже установленных норм или повреждения изоляции в местах выхода из остова или в нескольких местах общей длиной более 150 мм, заменяют новыми. Контролируют состояние и пайку наконечников в проводах, при необходимости заменяют наконечники новыми. При капитальном ремонте выводные провода заменяют новыми независимо от их состояния.

Проводятся работы по уплотнению выводных проводов тяговых электродвигателей ДК-104 и ДК-108 в месте выхода их из остова (рис. 148).

При наличии повреждений выводных проводов, если общая длина повреждений не превышает 150 мм, места повреждений изолируют. Для этого старую изоляцию провода в месте повреждения зачищают с двух сторон и изолируют зачищенное место одним слоем стекловолокна ТФ и одним слоем стеклолакоткани ЛСК вполуперекрышу, промазывая каждый слой лаком БТ-987. Затем на изолированные места накладывают один слой липкой ленты ЛСКЛ-155 вполуперекрышу. Концы выводных проводов у места крепления наконечника изолируют двумя слоями ленты из стеклолакоткани ЛСЭ-105/130 вполуперекрышу. Наложение производят, отступив от края наконечника на 10—15 мм. Поверх стеклолакоткани кладут два слоя липкой прорезиненной изоляционной ленты вполуперекрышу. Затем изоляцию бандажируют льнопеньковым шнуром диаметром 1 мм, располагая его на расстоянии 15 мм от наконечника. Бандаж закрепляют и окрашивают лаком БТ-987. На выводные провода надевают защитные рукава, применяя винилискожу Т марки ОПП. Использовавшиеся ранее рукава из напорной льняной брезентовой парусины пропитывались в огнестойком растворе, состоявшем из керосинового контакта Петрова, сернокислого аммония, диаммония фосфата и воды. Рукава из винилискожи пропитке не подлежат. На них кладут бандажи из шнура и смоляной ленты со стороны станины и со стороны наконечника. Выводные провода маркируют.

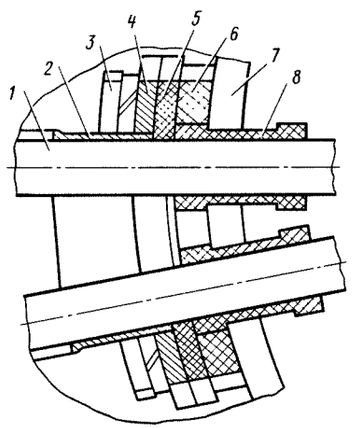


Рис. 148. Уплотнение выводных концов тяговых электродвигателей:
1—выводной провод двигателя; *2*—обечайка; *3*—болт; *4*—планка прижимная; *5, 6*—прокладки резиновые; *7*—остов двигателя; *8*—втулка резиновая

В качестве выводных проводов используют провод ПС-3000 или ППСРМ-1500.

Крышки коллекторных люков осматривают. При отслоении резинового уплотнения отклеившуюся его часть срезают, зачищают крышку по местам приклеивания нового уплотнения, протирают эти места хлопчатобумажными концами, увлажненными в бензине. После заготовки нового уплотнения, выполненного из губчатой резины, поверхности крышки промазывают клеем № 88 и дают подсохнуть в течение 5—7 мин.

Новое уплотнение накладывают на место приклеивания и плотно прижимают, надев крышку на люк станины и закрыв замок. Детали замка с дефектом заменяют новыми (в осях, рычагах, траверсах).

При изломе деталей патрубка

Таблица 13

Параметр	Тип электродвигателя	Значение параметра, мм, при ремонте	
		средием	капитальном
Остов			
Овальность горловины остова под подшипниковые щиты, не более	ДК-104, ДК-108, ДК-117	0,5	0,5
Подшипниковые щиты			
Натяг при посадке подшипниковых щитов:			
щит со стороны коллектора	ДК-104, ДК-108, ДК-116, ДК-117	—0,055 +0,08	—0,055 +0,08
щит со стороны привода	ДК-104, ДК-108, ДК-116, ДК-117	—0,055 +0,08	—0,055 +0,08
Толщина подшипникового щита в местах отверстий для болтов, крепящих щит со стороны коллектора	ДК-104, ДК-108, ДК-116, ДК-117	8—10	8—10
Натяг между гнездом в подшипниковом щите и наружным кольцом роликового подшипника:			
щит со стороны коллектора	ДК-104, ДК-108, ДК-116	—0,038 +0,012	—0,038 +0,012
щит со стороны привода	ДК-104, ДК-108, ДК-116	—0,038 +0,012	—0,038 +0,012
Овальность и конусность посадочного места (гнезда) под роликовый подшипник, не более	ДК-104, ДК-108, ДК-116, ДК-117	0,02	0,02

электродвигателя ДК-117 (обечайки, угольника) приваривают новые детали.

Подшипниковые щиты и крышки подшипников тщательно осматривают для выявления трещин, сколов и других повреждений. Подшипниковые щиты, которые имеют сквозные радиальные трещины, идущие от посадочной поверхности в станину до посадочной поверхности под подшипник, заменяют новыми. Остальные трещины заваривают электродуговой сваркой, при этом на переднем щите необходимо срезать со скоб перемычки щеткодержателей. В подшипниковых щитах вычисляют износ посадочных поверхностей под подшипники и станину. Замеры производят по двум взаимно перпендикулярным диаметрам Д1 и Д2, вычисляя затем средний диаметр.

По вычисленным средним диаметрам определяют натяг при посадке щитов в остов, овальность посадочных поверхностей подшипниковых щитов и соответствие этих величин нормам и допускам.

Проверяют состояние резьбовых отверстий в подшипниковых щитах и крышках, состояние лабиринтных поверхностей подшипниковых щитов.

Резьбовые отверстия прогоняют. При износе резьбы резьбовые отверстия рассверливают, заваривают, обрабатывают привалочные поверхности по местам заварки, размечают новые (используя при этом соответствующие крышки подшипников), рассверливают их и нарезают резьбу.

При износе посадочных поверхностей производят их наплавку с последующей механической обработкой, доводя детали до чертежных размеров.

Подшипниковые щиты с внутренней стороны окрашивают эмалью ГФ-92 серого или красного цвета (кроме привалочных поверхностей).

При износе резьбы или изломе шпильки в крышке шарикового подшипника 70-413 электродвигателя ДК-117 приваривают новую шпильку.

При наличии дефектов провода или изоляции в перемычках щетко-

держателей перемычку подызолируют лакотканью ЛСКЛ-155 и стеклолентой ЛЭС или изготавливают новую из провода РКГМ или ПС-1000.

Кронштейны щеткодержателей, кроме привалочных поверхностей, окрашивают красной эмалью ГФ-92-ХК, а кремнийорганической эмалью КО-911 — внутренние поверхности крышек коллекторных люков, катушки главных и добавочных полюсов, межкатушечные соединения, внутреннюю поверхность остова, кроме мест под посадку подшипниковых щитов. Битумным лаком БТ-987 окрашивают наружную поверхность остовов. Окраску выполняют распылителем в окрасочной камере или применяя установку УЭРЦ, производящую окраску в электростатическом поле.

Нормы допусков и износов на детали остовов тяговых электродвигателей приведены в табл. 13.

§ 31. Щеткодержатели и их кронштейны

Щеткодержатель закрепляют в тисках для окончательной разборки. Снимают втулки, регулирующие натяжение пружин щеткодержателей; нажимные пальцы; фибровые шайбы; пружины; оси. Корпус щеткодержателя вынимают из тисок и вместе с крепежными деталями, накладками и другими мелкими деталями в контейнере транспортируют в гальваническое отделение. Корпуса подвергают травлению; болты, втулки, винты, оси, накладки—цинкованию.

Шаблоном контролируют состояние гребенок. Детали щеткодержателя, имеющие изломы, износ и другие дефекты, заменяют новыми.

С помощью лупы осматривают техническое состояние нажимных пальцев. Износ проводов, сухарей, пружин, изломы пружин не допускаются, при их наличии пальцы или отдельные детали заменяют новыми.

Изготавливают новые нажимные пальцы: вырезают наконечники, сплетают провод. Наконечники одевают на провода, облуживают. На сверлильном станке в специальном кондукторе сверлят отверстия, которые совмещают в пружинах и сухарях нажимных пальцев. Закрепляют сухари заклепками. Последние запиливают заподлицо с рабочими поверхностями сухарей.

Осматривают корпуса щеткодержателей, состояние резьбовых отверстий. С помощью калибра (рис. 149) проверяют размеры окна корпуса под щетки. При наличии трещин в корпусе его заменяют новым. В случае износа резьбы в отверстиях корпуса, оплавлений в окне корпуса под щетки его восстанавливают. Для этого в окно корпуса вставляют графитовую пластину и с помощью латунной проволоки наплавляют оплавленные поверхности корпуса, заваривают забракованные резьбовые отверстия в корпусе. После наплавки восстановленные поверхности запиливают. Выполнив заварку резьбовых отверстий, запиливают их привалочные поверхности под сверловку. Затем на сверлильном станке сверлят отверстия под резьбу, после чего закрепляют корпус в тисках и нарезают, а затем прогоняют резьбу. Окно корпуса после наплавки и запиловки повторно контролируют проходным и непроходным калибрами.

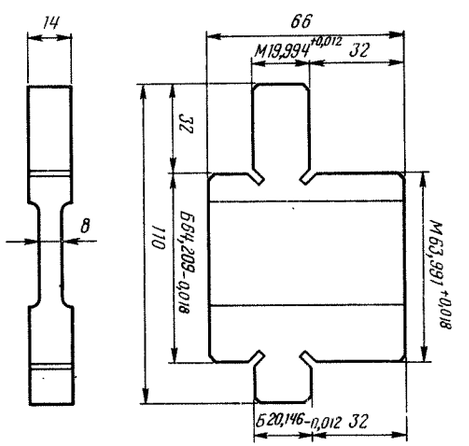


Рис. 149. Калибр для проверки гнезда корпуса щеткодержателя

Таблица 14

Параметр	Тип электродвигателя	Значение параметра
Разница нажатий на щетку в одном щеткодержателей, Н, не более	ДК-104, ДК-108, ДК-116, ДК-117	3
Суммарный зазор между щеткой и гнездом щеткодержателя по толщине щеток, мм	ДК-104, ДК-108	0,06—0,28
	ДК-116, ДК-117	0,04—0,23
Суммарный зазор между щеткой и гнездом щеткодержателя по ширине щеток вдоль коллектора, мм	ДК-104, ДК-108, ДК-116, ДК-117	0,26—0,7

Собирают щеткодержатель в тисках. В отверстие корпуса размещают ось и закрепляют установочным винтом. На ось одевают фибровые шайбы, на втулки—нажимные пальцы. Хвостовики пружин вставляют в прорези втулок, втулки с пальцами насаживают на ось. Наконечники шунтов пальцев приворачивают болтами к корпусу щеткодержателя. Вращая втулку на оси ключом, заводят пружины нажимных пальцев и закрепляют их с помощью установки шплинта в совмещенные отверстия оси и втулок.

С помощью динамометра проверяют давление пальцев. Доведение давления пальцев до нормы осуществляют путем вращения втулок на оси. Нажатие пальцев должно находиться в пределах 18—26 Н для электродвигателей ДК-117 и 16—20 Н для ДК-104, ДК-108, ДК-116.

В щеточное окно корпуса щеткодержателя устанавливают щетки, закрепив шунты щеток в корпусе болтом.

Собранный щеткодержатель должен удовлетворять требованиям чертежа. Нажимные пальцы не должны иметь заеданий при подъеме и опускании и касаться боковых стенок окна корпуса. Нормы допусков и износов на собранный щеткодержатель приводятся в табл. 14.

Кронштейны щеткодержателей очищают от загрязнения и пыли, протирая салфеткой, смоченной в керосине или бензине. Осматривают изоляторы, состояние пальцев кронштейнов и их изоляции. При обнаружении трещин, отколов, нарушений слоя глазури изоляторы заменяют новыми. Мегаомметром измеряют сопротивление изоляции кронштейна, которое не должно быть менее 100 МОм. Кронштейны, имеющие низкое сопротивление изоляции, сушат в печи.

Проверяют и прогоняют резьбу на пальцах кронштейнов, в отверстиях под болты крепления перемычек, на шпильке крепления корпуса щеткодержателя.

При пробое изоляции кронштейны ремонтируют с заменой поврежденных пальцев или заменяют новыми.

Отремонтированные кронштейны испытывают на электрическую прочность переменным током частотой 50 Гц в течение 1 мин при напряжении 5500 В.

§ 32. Якорь

Якорь тягового электродвигателя при поступлении в ремонт осматривают и дефектируют для определения объема ремонта каждого из его узлов. Якоря, поступившие в капитальный ремонт по пробегу, ремонтируют по полной программе этого ремонта, а именно: с заменой обмотки и переборкой коллектора независимо от их состояния.

Валы якорей проверяют на ультразвуковом дефектоскопе. Измеряют диаметры шеек вала под подшипники, лабиринтные втулки, определяют овальность и конусность шеек вала. Для контроля вала индукционным или ручным съемником извлекают втулки и подшипники. Проверяют резьбу в торце вала со стороны

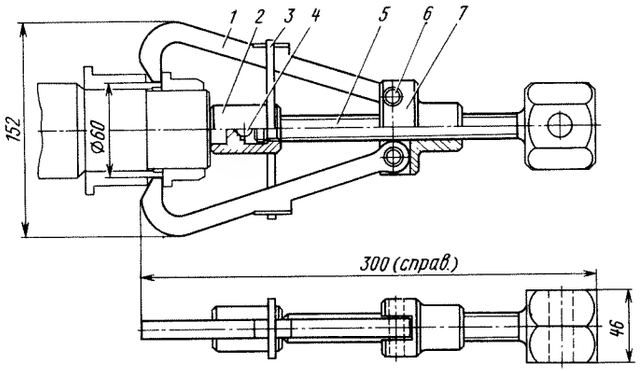


Рис. 150. Съемник для снятия внутреннего кольца роликового подшипника с вала якоря тягового двигателя:
1—захват; *2*—колпачок; *3*—хомутик; *4*—шарик; *5*—винт; *6*—ось; *7*—гайка

привода. Если диаметры шеек под подшипники и втулки меньше предельно допустимых, вал наплавляют.

На метрополитенах осваивают работы по металлизации валов напылением в среде углекислого газа. При наличии на шейках и корпусе вала трещин, которые нельзя удалить проточкой в пределах ремонтных размеров, вал выпрессовывают и заменяют новым. Заварка трещин на валу запрещается.

Мегаомметром на напряжение 1000 В измеряют сопротивление изоляции обмотки якоря (в случае, если обмотка не подлежит обязательной замене) по отношению к нетоковедущим частям. В холодном состоянии оно не должно быть ниже 5 МОм. При заниженном сопротивлении изоляции якорь сушат, после чего повторно замеряют сопротивление изоляции, а измерительным мостом — омическое сопротивление обмотки якоря.

Осматривают состояние изоляции обмотки, убеждаются в отсутствии межвитковых замыканий в обмотке. При пробое изоляции на корпус, наличии межвитковых замыканий, выжигов изоляции в лобовых или пазовых частях, оплавлении меди в петушках коллектора, а также при обугливании или сильном высыхании изоляции обмотку якоря заменяют новой независимо от первоначальной характеристики ремонта якоря.

Коллектор проверяют и убеждаются в отсутствии межламельных замыканий и следов выжига меди; замеряют диаметр и длину коллектора по рабочей части и петушкам. Мегаомметром контролируют сопротивление изоляции медных пластин относительно корпуса. При пробое изоляции, замыкании между ламелями, выжиге и оплавлении пластин и изоляционных прокладок, вспучивании пластин, износе по рабочей поверхности и петушкам, превышающим предельно допустимый, коллектор спрессовывают с вала для ремонта или замены новым независимо от характеристики ремонта.

Специальными съемниками с вала якоря снимают втулки, внутренние кольца роликовых подшипников и шариковый подшипник электродвигателя ДК-117 (рис. 150), при капитальном ремонте — вентилятор. Якорь устанавливают на токарном станке и протачивают коллектор по рабочей части до устранения выработки при среднем ремонте. При капитальном ремонте провода катушек якоря отрезают от коллектора и срезают сварочный шов по петушкам коллектора. Пайка обмотки в коллекторе заменена дуговой сваркой в среде аргона.

У двигателей ДК-108 и ДК-116 выбивают клинья из пазов сердечника якоря. Затем якорь помещают в печь и нагревают его до температуры 70—80 °С в течение 2—3 ч, после чего извлекают стеклобандаж с лобовых и пазовых частей якоря и выбивают из пазов верхние и нижние

слои обмотки. На двигателях ДК-117 снимают уравнительные соединения, с нажимных шайб — старую изоляцию. Пазы железа якоря и нажимные шайбы очищают от остатков изоляции и лака металлической щеткой, ножом или шабером, после чего якорь продувают сжатым воздухом из шланга.

Коллектор при капитальном ремонте спрессовывают с якоря. Для этого пластины коллектора по рабочей части стягивают хомутом (рис. 151), предварительно положив под него слой электрокартона. Из гайки коллектора отворачивают стопорный винт и устанавливают якорь с коллектором на горизонтальный пресс. На коллекторе размещают и закрепляют приспособление для распрессовки и, включив насос пресса, распрессовывают коллекторную втулку с коллектором. Снятый коллектор устанавливают на вертикальный пресс, а на коллектор — приспособление для отвертывания коллекторной гайки. Выверив установку коллектора и установив необходимое нажатие, отворачивают гайку коллектора. Затем с коллектора снимают нажимной конус; с втулки коллектора —

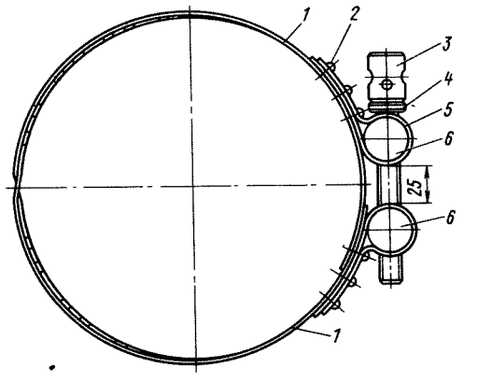


Рис. 151. Хомут для стяжки коллекторов тяговых двигателей:
1—обечайка; *2*—заклепка; *3*—винт; *4*—шайба; *5*—ушко; *6*—вкладыш

комплект коллекторных пластин; с последнего—изолирующий цилиндр; с нажимного конуса и втулки коллектора — изоляционные манжеты.

Вал выпрессовывают из якоря по необходимости на горизонтальном прессе.

Для изготовления катушки якоря барабан с обмоточным медным проводом ПСДКТ крепят на вертушку станка для резки провода (рис. 152).

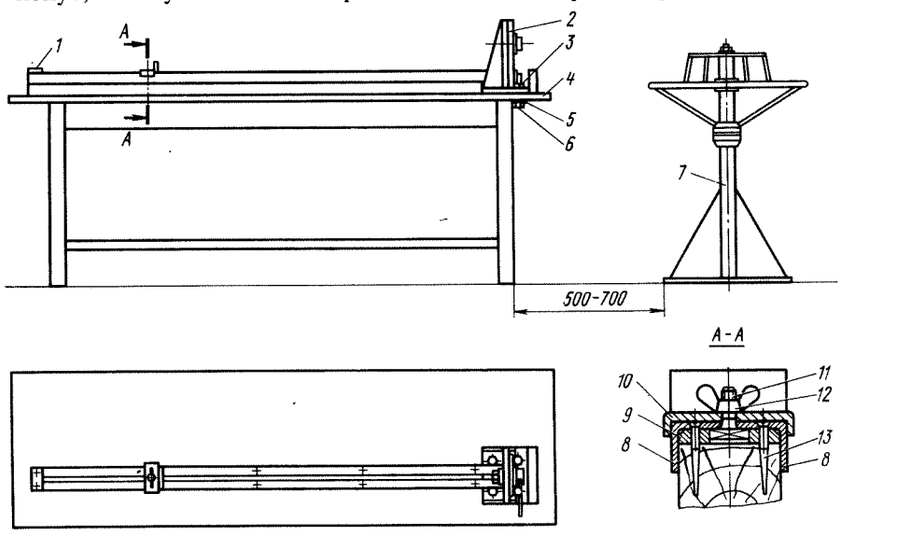


Рис. 152. Приспособление для резки шинной меди на секции:
1—накладка; *2*—ножницы; *3*—гайка; *4*—стол; *5*—шайба; *6*—накладка; *7*—вертушка; *8* — линейка; *9*—планка; *10*—упор; *11*—болты; *12*—«барашек»; *13*—шуруп

Конец провода заправляют в направляющие ролики станка и закрепляют к ползуну. Ход ползуна регулируют таким образом, чтобы получить отрезанную заготовку необходимой длины. Включив мотор привода станка, отрезают заготовку одной шины катушки, после чего мотор выключают и замеряют длину отрезанной шины. Если она оказывается длиннее или короче нормы, регулировку хода ползуна станка корректируют. Добившись нормальной длины заготовок шин, отрезают комплект заготовок на якорь (для ДК-108 — 175 шт., для ДК-117 — 210 шт. и т. д.). Отрезанные шины подают на станок «волосяные щетки» для зачистки концов секций. На стол станка под прижим устанавливают одновременно 5—6 заготовок шин и, включив кран пневматического прижима шин и подачу стола станка, зачищают концы заготовок от изоляции на длину 35—40 мм. По возвращении стола в исходное положение шины вынимают из-под прижима, переворачивают противоположными концами к нему и зачищают концы заготовок с другой стороны. Подобные операции производят со всеми заготовками шин обмотки якоря. Операция лужения концов заготовок после отмены пайки обмотки в коллекторе упразднена. Набрав пакет из числа заготовок шин, соответствующего числу проводников в одной катушке (три проводника в двигателе ДК-104, по

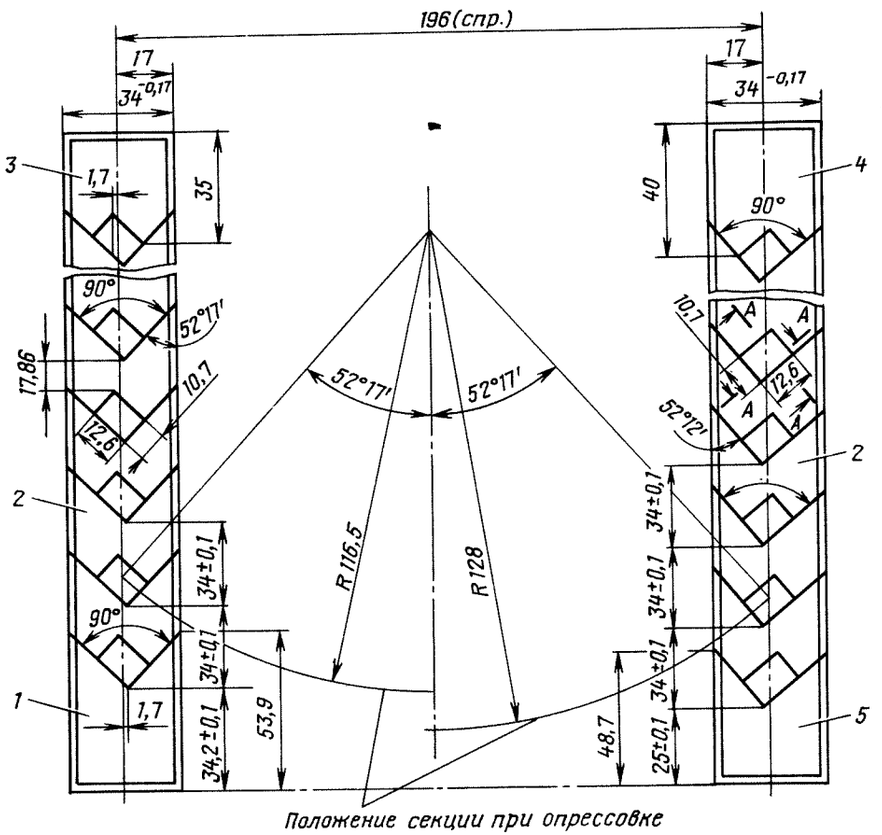


Рис. 153. Пресс-формы для опрессовки секций тяговых двигателей:
1, 5—матрицы; *2, 3, 4*—пуансоны

пяти — в остальных типах двигателей), укладывают набранный пакет под пневматический прижим приспособления для формовки головок катушек. При этом в приспособлении устанавливают сменные детали, соответствующие данному типу двигателя. Пакет шин зажимают, включают пневмосистему приспособления и формуют головку катушки якоря. Затем катушку помещают в станок для окончательной формовки, заводят концы шин в направляющие, зажимают шины и, включив пневмосистему станка, формуют катушку. После этого обвязывают киперной лентой. Сформовав подобным образом комплект катушек обмотки якоря, катушки передают на изолировку.

В аналогичной последовательности изготавливают уравнительные соединения электродвигателей ДК-117: резка заготовок; зачистка концов; формовка головок и уравнителей по шаблону. Уравнители изолируют одним слоем вполуперекрышу фторопластовой пленкой Ф-4 и одним слоем стеклоленты ЛЭС, пропитанной в кремнийорганическом лаке КО-916К.

Для изолировки катушек якоря первоначально нарезают изоляционный материал; микаленту ЛФК-ТТ; стеклоткань Э2-62; прокладки из стеклолакоткани ЛСК-180, микаленты ЛФК-ТТ, полиамидной пленки ПМ марки А; стеклоленту ЛЭС, пропитанную в кремнийорганическом лаке. С пакета шин, предназначенного для изолировки, снимают киперную ленту. Осматривают состояние межвитковой изоляции шин, поврежденные места подызолируют лентой ЛЭС. Этой же лентой изолируют также головки и концы шин с выходом на прямые участки шины. Между шинами устанавливают прокладки из стеклолакоткани ЛСК-180; в углах катушки кладут прокладки из микаленты ЛФК-ТТ (ДК-108, ДК-116) или пленку Ф-4 (ДК-117). Лобовые части катушки связывают временными бандажами из киперной или тафтяной ленты. Пазовые части катушек изолируют мика-

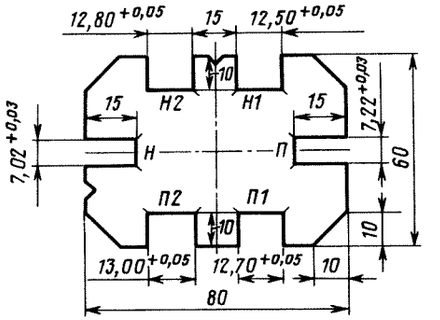


Рис. 154. Шаблон для измерения ширины и высоты пазовой части секции двигателя ДК-104

лентой ЛФК-ТТ (ДК-108, ДК-116) или полиамидной пленкой ПМ и стеклотканью Э2-62 (ДК-117). Для наложения покровной изоляции используют стеклоленту ЛЭС: на пазовые части один слой встык; на лобовые части один слой вполуперекрышу. На верхнюю часть головки накладывают дополнительную изоляцию из стеклолакоткани ЛСКЛ-155: один слой встык. Пазовые части изолированной катушки обжимают в пневматисках (рис. 153) с фибровыми губками, а затем размеры пазовых частей контролируют по шаблону (рис. 154).

После изолировки испытывают межвитковую и корпусную изоляции катушек. Шины катушек проверяют и убеждаются в отсутствии замыканий по концам. Затем в высоковольтную камеру закладывют 3—4 катушки, располагая их пазовые части в электродах камеры, и убеждаются в отсутствии межвитковых замыканий. Катушки располагают так, чтобы вылеты пазовых частей были одинаковые с обеих сторон электродов. На концы шин катушек якоря надевают колодки и заземляют их. Переключатель камеры устанавливают в положение «Витковое», включают питание трансформатора и, вращая ручку реостата, доводят напряжение установки до значения 220 В. В таком положении катушки находятся в течение 1—3 с. В случае если

за это время напряжение установки упадет до нуля и загорится сигнальная лампа, катушки бракуют по межвитковым замыканиям. Если напряжение падает медленно (наблюдается наличие проводимости), катушки испытывают повторно после выдержки на воздухе в течение суток.

Для испытания корпусной изоляции катушек переключатель камеры устанавливают в положение «Корпусное». С колодок снимают заземление. Вращением реостата доводят напряжение установки до значения 4500 В и выдерживают катушки под напряжением в течение 30 с. В случае пробоя корпусной изоляции загорается сигнальная лампа, а напряжение установки падает до нуля.

Прошедшие испытания катушки комплектно передают на участок обмотки якорей.

После распрессовки коллектора торцы коллекторных пластин, петушка и ласточкин хвост очищают от загрязнения, остатков изоляции и лака. Хомут, стягивающий комплект коллекторных пластин и изоляционные прокладки, раскладывают на верстаке, не изменяя их порядка. Пластины осматривают и убеждаются в отсутствии изломов щечек щлиц и трещин в щечках. Пластины, имеющие дефекты, ремонтируют. Для этого место излома щечки пластины опиливают на конус. Из листовой меди изготавливают новую

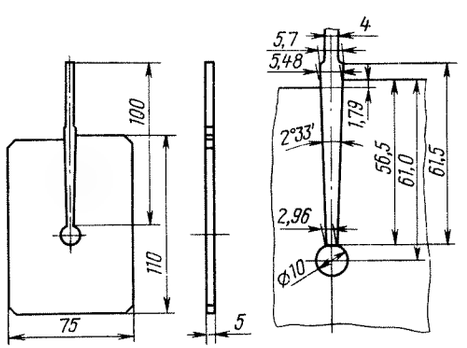


Рис. 155. Шаблон и контршаблон на профиль коллекторной меди тягового двигателя

щечку, подгоняют ее по месту и припаивают твердым медно-фосфористым припоем.

Осматривают изоляционные прокладки. Те, которые имеют изломы и расслоения, заменяют новыми. При этом размеры вновь изготавливаемой прокладки должны соответствовать размерам заменяемой прокладки.

При наличии дефектов (выработки, изломы, трещины), в результате которых восстановить коллекторные пластины невозможно, изготавливают новый коллектор. Из соответствующего медного профиля штампуют комплект коллекторных пластин (без ласточкина хвоста) и фрезеруют в пластинах шлицы. После этого пластины раскладывают на верстаке, проверяют шаблоном (рис. 155) и при необходимости выправляют щечки легким постукиванием медного молотка через деревянную или фибровую подкладку, не допуская при этом соприкосновения щечек пластин. На щечках запиливают заусенцы. Пластины тщательно протирают технической салфеткой, смоченной в бензине.

Из коллекторного слюдопласта изготавливают изоляционные прокладки. При подборе прокладок на коллектор необходимо следить, чтобы они не имели расслоения и рыхлости по краям.

После подбора комплекта пластин и прокладок на изготавливаемый коллектор их собирают на плите. Собранный комплект стягивают хомутом. С помощью фибровой подбойки выравнивают собранные пластины по окружности и вертикали. Вертикальность пластин контролируют по угольнику.

Выровненный коллектор стягивают бандажом из стальной отожженной проволоки, после чего вынимают хомут.

На коллектор одевают опрессовочное кольцо (рис. 156), снимают бандаж из проволоки и устанавливают диск с опрессовочным кольцом на плиту вертикального пресса. Включив пресс силой 300—350 кН

запрессовывают кольцо на коллектор. Штангенрейсмасом проверяют равномерность посадки кольца в четырех диаметрально противоположных точках. Перекос кольца допускается не более 1 мм.

Сняв плиту с комплектом пластин с пресса, индикаторной скобой замеряют наружный диаметр пластин. Если диаметр оказывается меньше номинального, коллектор рассыпают и вновь собирают, устанавливая при этом предварительно рассчитанное необходимое число утолщенных прокладок.

Обеспечив соблюдение номинального диаметра коллектора, плиту с комплектом пластин помещают в печь и выдерживают в течение 10 ч при температуре 180—200 °С. После выпечки коллектор размещают на пресс и опрессовывают с помощью запрессовочного кольца силой 1000 кН. Затем коллектор охлаждают до температуры окружающей среды. Охлажденную плиту с коллектором вновь устанавливают на пресс и опрессовывают в холодном состоянии под первоначальным давлением.

Коллектор повторно нагревают, опрессовывают, охлаждают и вновь

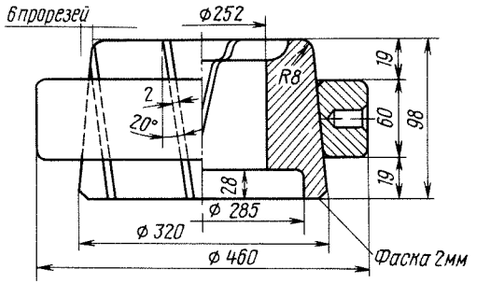


Рис. 156. Кольцо и плашки для запрессовки коллекторных пластин

опрессовывают. После чего снимают плиту для сборки коллектора и транспортируют его к токарному станку для проточки ласточкина хвоста (рис. 157). Закрепив коллектор в станке петушками к патрону, протачивают торец коллектора со стороны, противоположной петушкам, а затем растачивают с этой стороны ласточкин хвост. Затем, повернув коллектор в станке противоположной стороной к патрону, растачивают ласточкин хвост со стороны петушков.

Для изготовления изолирующих манжет размечают слюдопластовый лист и стеклоткань по шаблонам.

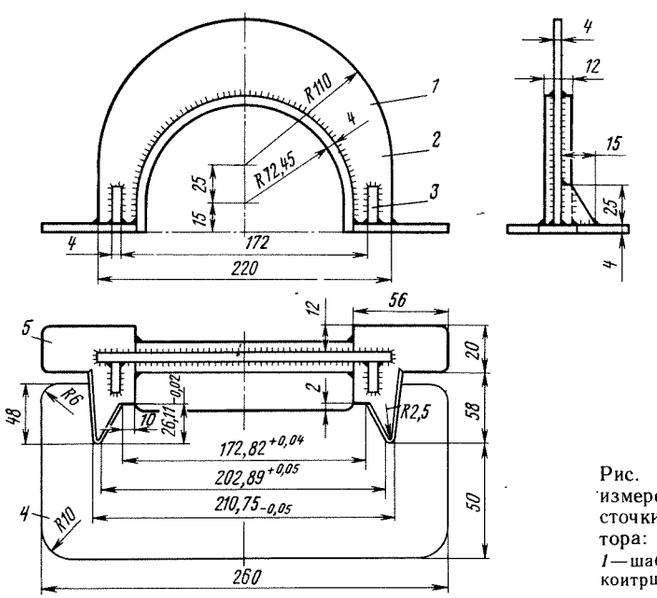


Рис. 157. Скобка для измерения профиля «ласточкина хвоста» коллектора:
1—шаблон; *2, 3*—ребра; *4*—коитршаблон; *5*—плаика

После этого вырезают размеченные слюдопластовые и стеклотканевые заготовки. Пресс-формы для выпечки манжет нагревают в печи до температуры 200 °С. Тем временем слюдопластовую и стеклотканевую заготовки склеивают между собой слоем глифталевого лака ГФ-957 и прогревают склеенные заготовки на столе с электрическим подогревом при температуре 120—140 °С до полного размягчения.

Для устранения возникающих воздушных мешков заготовки приглаживают. Вынимают пресс-формы из печи и смазывают внутренние поверхности пуансонов и матриц кремнийорганическим каучуком. Склеенные заготовки укладывают в матрицы пресс-форм, расправляют зубцы и вставляют пуансоны.

Пресс-формы поочередно устанавливают на пресс и формируют манжеты силой 30—50 кН. После этого пресс-формы с манжетами загружают в печь и выпекают при температуре 180—200 °С в течение 1,5 ч. Затем вновь формуют манжеты нажатием 280 кН в течение 15—20 мин, после чего пресс-формы с манжетами охлаждают сухим сжатым воздухом до температуры 35—40 °С. Выступающие из пресс-форм части манжет обрезают и распрессовывают манжеты из пресс-форм. Готовые манжеты испытывают на электрическую прочность напряженностью 6000 В в течение 1 мин.

Изоляционный цилиндр изготавливают на специальной оправке. В нагретом состоянии ее оборачивают склеенными и размягченными полосами слюдопласта и затягивают хомутом. Оправку со слюдопластом выпекают в печи при температуре 200 °С в течение 5—10 мин.

После изготовления и тщательной проверки всех комплектующих узлов приступают к сборке коллектора. На втулку коллектора, установленную в вертикальное положение, одевают манжету; на втулку с манжетой — комплект коллекторных пластин. Внутрь комплекта вставляют цилиндр. На нажимной конус также одевают манжету. Конус с манжетой вставляют в коллектор, при этом края изоляционного цилиндра должны перекрываться манжетами.

Оси середины шпоночной канавки втулки коллектора и середины коллекторной прокладки должны совпадать. Гайку коллектора заворачивают до отказа. Собранный коллектор выдерживают в течение 6 ч в печи, нагретой предварительно до температуры 180—200 °С. После выпечки на прессе подтягивают гайку коллектора. Затем последний выпрессовывают из кольца, выверяют штангенрейсмасом правильность положения коллекторных пластин по горизонтали и вертикали, после чего вновь выпекают и опрессовывают коллектор. После опрессовки горячий коллектор устанавливают в станок динамической формовки и вращают в течение 15 мин с разгонной скоростью 5100 об/мин. После формовки вновь производят подтяжку гайки коллектора на прессе. Затем на токарном станке коллектор протачивают под балансировку. Перед этой операцией его испытывают на пробой между пластинами и втулкой напряжением 6000 В в течение 1 мин и убеждаются в отсутствии к. з. между пластинами под напряжением 400 В. При испытании на межламельное замыкание коллектор совершает оборот на 360° в течение 30 мин. За это время все коллекторные пластины подвергаются испытанию, причем при к. з. загорается сигнальная лампа. В этом случае вращение коллектора прекращают и помечают пластину, на которой произошло замыкание. После этого двигатель испытательной установки вновь включают и продолжают испытания.

Не прошедший испытаний коллектор подлежит разборке с целью устранения причин замыканий, а прошедший подвергают статической балансировке. При наличии дисбаланса приваривают балансировочные грузы.

Перед напрессовкой коллектора замеряют размеры вала якоря микрометром и втулки коллектора нутромером по посадочным поверхностям на соответствие чертежу. Втулку подбирают по натягу. Необмотанный якорь устанавливают на горизонтальный пресс, на вал якоря ставят шпонку для посадки коллектора. Выверяют положение якоря на прессе, запрессовочную поверхность вала якоря смазывают растительным маслом. Коллектор транспортируют к прессу и насаживают его на вал якоря, совместив шпонку вала со шпоночной канавкой коллекторной втулки. Со стороны привода на вал надевают приспособление (предохранительный стакан) для запрессовки коллектора. Включив насос пресса, досылают плунжер до упора в предохранительный стакан. Контролируют соосность якоря с плунжером и шайбой задней нажимной бабки и напрессовывают коллектор на вал якоря при нажатии от 5 до 250 кН. Правильность запрессовки коллектора выверяют по специальному мерителю и транспортируют якорь для испытания на пробой между пластинами и втулкой коллектора. Проверку ведут напряжением 5200 В. Коллектор осматривают и убеждаются в отсутствии межламельных замыканий.

После напрессовки коллектора производят укладку обмотки в пазы сердечника якоря и изолировку сердечника. Предварительно пропитывают и заготавливают необходимые изоляционные материалы. Бумагу асбестовую электроизоляционную и стеклянную ленту ЛЭС сушат при температуре 100—120 °С в течение 3 ч, а затем пропитывают в кремнийорганическом лаке КО-916К в течение 15 мин. После выдержки на воздухе в течение 1 ч вновь сушат при температуре 100—120 °С в течение 2 ч. На основании чертежных данных вырезают изоляционные прокладки соответствующих размеров из асбестовой бумаги: слюдопласта ГИКСС или ГИК-Т-СПЛ; одномиллиметрового стеклотекстолита СТ-1 и других материалов. Необмотанный якорь устанавливают на роликовые опоры, предназначенные для обмотки его, и продувают якорь сжатым воздухом. Пазы сердечника перед укладкой обмотки должны быть чистыми, в них не должно быть посторонних предметов. Изолируют втулку коллектора и переднюю нажимную шайбу, укладывая подготовленные предварительно прокладки из асбестовой бумаги и слюдопласта. Уложенную изоляцию стягивают и заполняют неровности стеклолентой ЛЭС. Затем аналогичным образом изолируют заднюю нажимную шайбу. На якоре электродвигателя ДК-117, имеющего петлевую обмотку, размечают якорь под обмотку согласно обмоточной записке и схеме соединений. Укладывают нижние концы уравнительных соединений, изолируя затем их асбестовым шнуром, прокладками из пленкостеклослюдопласта ГИК-Т-СПЛ и стеклолентой ЛЭС. Выдерживая необходимый шаг по коллектору (1—106, 6—111 и т. д.), закладывают в шлицы коллекторных пластин верхние концы уравнительных соединений. Уравнители изолируют.

Перед вышеописанной операцией размечают якорь под укладку обмотки согласно схеме соединений. Первым является паз, средняя ось которого совпадает с осью коллекторной пластины. Первый паз маркируют постановкой клейма.

На дно пазов ставят прокладки из асбестовой бумаги и пазовую изоляцию из стеклолакоткани. Катушки якоря перед этим натирают парафином. В первый паз укладывают нижнюю сторону катушки, а шины проводников — в соответствующие шлицы петушков коллектора. Затем нижние стороны катушек последовательно укладывают в пазы, осаживая катушки текстолитовой подбойкой.

Лобовые части катушек поджимают при этом к нажимной шайбе, а также друг к другу. В лобо-

вую часть катушек, между верхним и нижним слоями, устанавливают изолирующие сегменты из пресс-материала и кладут междуслойную изоляцию из слюдопласта, асбестовой бумаги и ленты ЛЭС. В пазовой части между верхним и нижним слоями катушек ставят прокладку из асбестовой бумаги, после чего в пазы укладывают верхние части катушек (начиная с первого паза), осаживая катушки в пазовой части текстолитовой подбойкой (рис. 158) до полного прилегания к нижним слоям.

Лобовые части поджимают текстолитовой подбойкой друг к другу. Концы катушек якоря закладывают в шлицы коллекторных пластин в соответствии с предварительно сделанной разметкой. Далее проводники в шлицах осаживают до полного прилегания между верхним и нижним слоями, не допуская при этом нарушения изоляции и взаимного смещения проводников. Петушки коллектора расклинивают медными клиньями.

Обмотку якорей тяговых электродвигателей ДК-108 и ДЕ-116 осаживают, нагрев якорь предварительно в печи при температуре 110—130 °С в течение 5 ч. В пазы укладывают деревянные планки, закрепив их киперной или тафтяной лентой. На лобовые части накладывают по всей окружности прокладки из электрокартона. На лобовые части и осадочные деревянные планки наматывают временный бандаж из стеклобандажной ленты ЛСБН. Затем якорь охлаждают до температуры цеха и снимают осадочный бандаж, планки, электрокартон. После этого якорь испытывают на электрическую прочность и убеждаются в отсутствии межвитковых замыканий. Крепление обмотки в пазах якорей электродвигателей ДК-108 и ДК-116 осуществляют стеклотекстолитовыми клиньями. После забивки клиньев якоря двигателей ДК-108 и ДК-116 испытывают повторно.

Обмотку якорей тяговых электродвигателей ДК-104 и ДК-117 крепят в пазах бандажами из стеклобандажной ленты. Эти якоря также испытывают на электрическую прочность и убеждаются в отсутствии межвитковых замыканий.

С помощью прибора ЕЛ-15 убеждаются в отсутствии межвитковых замыканий. Этот прибор имеет щуп, который перемещают по окружности обмотки, и регистрирующий осциллограф, на экране которого в случае межвиткового замыкания появляется всплеск луча. Контроль электрической прочности изоляции осуществляют переменным током частотой 50 Гц при напряжении 3200 В в течение 1 мин.

Обмотанный якорь нагревают в печи для временной бандажировки. Нагрев ведут при температуре 110 — 130 °С в течение 5 ч. После нагрева якорь обматывают на бандажировочном станке стеклобандажной лентой ЛСБН, подложив на обмотку защитную прокладку из электрокартона. Температура якоря при бандажировке не должна быть ниже 80 °С.

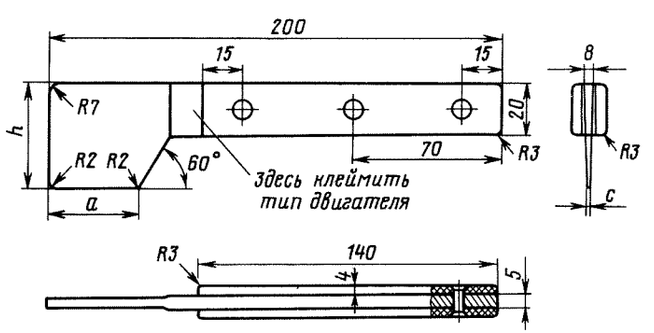


Рис. 158. Подбойка для укладки концов секций в вырезы петушков коллекторов тяговых двигателей

Наряду с пайкой обмотки якоря в коллекторе применяют импульсно-дуговую сварку в среде аргона. Перед сваркой на станке протачивают петушки коллектора по шаблону, а также рабочую поверхность коллектора для последующей балансировки. С токарного станка якорь транспортируют к агрегату для импульсно-дуговой сварки. Якорь вращается в агрегате. Между ламелями коллектора и вольфрамовым электродом, управляемым с помощью полупроводниковой схемы, возникает дуга, которая проваривает обмотку якоря в коллекторе. В процессе сварки к электроду подают аргон и воду для охлаждения. Сварочный шов зачищают шкуркой. После сварки межламельные канавки зачищают металлической щеткой. Подобрав по натягам внутренние кольца подшипников и втулки, напрессовывают их на якорь.

Временные бандажи снимают с якоря и накладывают постоянные. С ними якорь направляют в пропитку.

Пропитанный якорь балансируют сначала без вентилятора, а после напрессовки с вентилятором, затем протачивают, шлифуют с помощью приспособления (рис. 159), продороживают (рис. 160) коллектор. Поверхность сердечника якоря, бандажи, петушки коллектора по наружному диаметру и торцу, места приварки балансировочных грузов окрашивают эмалью холодной сушки КО-911, разведенной полиэтиленполиамидом, используемым в качестве отвердителя в соотношении 1:20.

После ремонта контролируют геометрические размеры якоря на соответствие чертежам и ремонтным нормам, замеряют сопротивления обмоток и изоляции, проверяют якорь и убеждаются в отсутствии межвитковых замыканий.

Якорные подшипники проходят ремонт и комплектацию в роликовом отделении.

При среднем ремонте контролируют состояние и прочность посадки

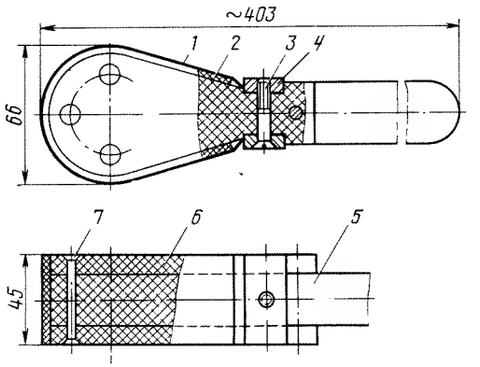


Рис. 159. Приспособление для шлифовки коллекторов тяговых двигателей на токарном станке:
1—шкурка шлифовальная; *2*—прокладка войлочная; *3*—винт; *4*—планка; *5*—ручка; *6*—щека; *7*—заклепка

на валу роликовых колец, вентилятора, втулок, а также состояние вала. При необходимости последний восстанавливают, а кольца, втулки, вентилятор заменяют новыми. Протачивают, шлифуют, продороживают коллектор, срезают балансировочные грузы. Проверяют якорь и убеждаются в отсутствии межвитковых замыканий, производят смотр качества пайки в петушках коллектора. Проверяют крепление обмотки в сердечнике, состояние клиньев и бандажей. При необходимости производят замену обмотки, бандажей. Коллектор и якорь продувают сжатым воздухом. Балансируют якорь без распрессовки вентилятора, окрашивают эмалью КО-911 и испытывают его.

Ниже приведены нормы допусков и износов на средний и капи-

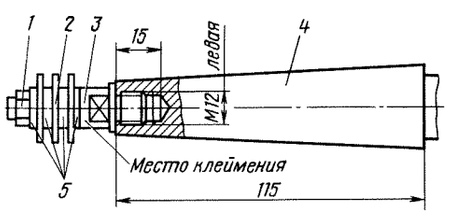


Рис. 160. Оправка для продорожки коллекторов:
1 — гайка; *2* — фреза; *3* — оправка; *4* — шпиндель; *5* — комплект шайб

Таблица 15

Параметр	Тип двигателя	Значение параметра при ремонте	
		средием	капитальном
Диаметр шейки вала под посадку внутреннего кольца, мм, со стороны:			
коллектора	ДК-104, ДК-108, ДК-116, ДК-117	+0,033 50,0+0,019 +0,033 49,5+0,019 +0,033 49,0+0,019	+0,033 50,0+0,019 +0,033 49,5+0,019 +0,033 49,0+0,019
привода	ДК-104, ДК-108, ДК-116	65,0+0,033 +0,019 64,5+0,033 +0,019 64,0+0,033	65,0+0,033 +0,019 64,5+0,033 +0,033 +0,033 +0,019
Конусность и овальность шейки вала не более, мм	ДК-104, ДК-108, ДК-116, ДК-117	0,013	0,013
Натяг между внутренним кольцом роликового подшипника и валом, мм, со стороны:			
коллектора	ДК-104, ДК-108, ДК-116, ДК-117	0,02—0,045 0,009—0,039	0,02—0,045 0,06—0,040
привода	ДК-104, ДК-108, ДК-116	0,023—0,058	0,020—0,045
Натяг между лабиринтной втулкой и валом, мм, со стороны:			
коллектора	ДК-104, ДК-108, ДК-116, ДК-117	0,005—0,055	0,005—0,055
привода	ДК-104, ДК-108, ДК-116, ДК-117	0,015—0,065	0,015—0,065
Натяг между крыльчаткой и втулкой вентилятора, мм	ДК-104, ДК-108, ДК-116, ДК-117	0,02—0,08	0,02—0,08
Натяг между вентиляторной втулкой и валом, мм	ДК-104, ДК-108, ДК-116, ДК-117	0,01—0,06	0,01—0,06
Усилие при запрессовке вала якоря, кН	ДК-104, ДК-108, ДК-116, ДК-117	—	170—350
Диаметр рабочей поверхности коллектора, мм	ДК-104, ДК-108, ДК-116, ДК-117	246—225 251—225	246—231 251—231
Диаметр коллектора по петушкам, мм	ДК-104, ДК-108, ДК-116, ДК-117	271±2,0 303±2,0	271±2,0 303±2,0
Длина петушка в осевом направлении, мм	ДК-104, ДК-108, ДК-116, ДК-117	19,5—12,0 13,5—7,5 10,5—4,5	19,5—12,0 13,5—7,5 10,5—4,5
Ширина канавки между коллекторными пластинами, мм	ДК-104, ДК-108, ДК-116, ДК-117	0,9±0,1	0,9±0,1
Глубина продорожки изоляции между коллекторными пластинами, мм	ДК-104, ДК-108, ДК-116, ДК-117	1,0—1,5	1,0—1,5
Глубина канавки у петушков, мм	ДК-104, ДК-108, ДК-116, ДК-117	4+0,3	4+0,3

тальный ремонты якорей тяговых электродвигателей вагонов метрополитена (табл. 15).

§ 33. Пропитка и сушка

Обмотки якорей и катушки полюсов тяговых электродвигателей типа ДК-104 пропитывают в термореактивном лаке ФЛ-98, якоря электродвигателей ДК-108, ДК-116 и ДК-117 и полюсные катушки ДК-108 и ДК-116 (кроме катушек с изоляцией «Монолит») — в кремнийорганическом лаке КО-916. Пропитку производят при капитальном ремонте, а также для ДК-104 при среднем ремонте с пропиткой погружением (пробег между ремонтами 700±100 тыс. км) и при среднем ремонте с вакуумно-нагнетательной пропиткой (пробег между ремонтами 1400±200 тыс. км). Кроме того, катушки якорей и полюсов пропитывают при среднем ремонте с частичной заменой секций якоря, при замене (полной или частичной) выводов и покровной изоляции полюсных катушек, в тех случаях, когда сопротивление изоляции катушек меньше нормы (1 МОм при температуре нагрева обмоток 130 °С); а для ДК-104 — при наличии катушек, пропитанных ранее в битумных лаках. Для ДК-104, установленных на вагонах наземной эксплуатации, пропитку погружением осуществляют через 350±50 тыс. км пробега, т. е. при каждом среднем ремонте.

Катушки электродвигателей ДК-104 сушат в печи при температуре 110—130 °С в течение 6 ч, затем охлаждают до температуры 90—100 °С и загружают в автоклав. В последнем снимают давление и соединяют краном автоклав с вакуум-насосом. Создают в автоклаве вакуум 0,087—0,093 МПа и выдерживают катушки под вакуумом в течение 1 ч. Затем под вакуумом же затягивают в автоклав лак ФЛ-98 до момента, когда уровень его станет выше уровня катушек. Контроль ведут через смотровое окно. Когда лак достигнет необходимого уровня, закрывают краны, соединяющие автоклав с лакоприемником и вакуум-насосом, открывают кран воздушной магистрали и создают в автоклаве давление 0,2 МПа. Под этим давлением катушки в автоклаве выдерживают в течение 30 мин. Затем снижают давление с 0,2 до 0,05 МПа и удаляют лак из автоклава в лакоприемник. Снимают остаточное давление и закрывают воздушный кран. Дают стечь излишкам лака и после окончания выделения испарений лака вынимают катушки из автоклава. Их помещают в печь и сушат при температуре 130—140 °С в

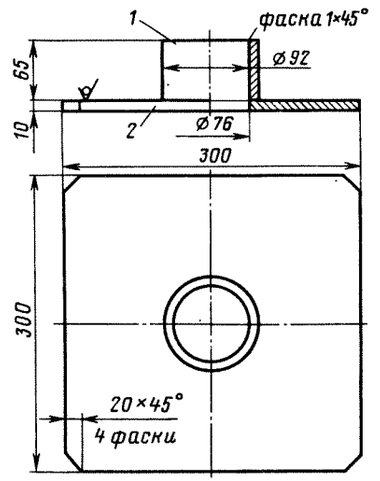


Рис. 161. Подставка для установки якоря тягового двигателя вертикально в сушильной печи:
1—втулка; *2*—плита

течение 5 ч. После этого охлаждают катушки до температуры 60—70 °С. Повторную пропитку производят методом погружения катушек в бак с лаком ФЛ-98, где их выдерживают в течение 15 мин. После второй пропитки катушки сушат в печи при температуре 140—150 °С в течение 10 ч.

После сушки контролируют сопротивление изоляции обмоток. Сопротивление изоляции как якорных обмоток, так и полюсных катушек не должно быть ниже 1 МОм.

Якоря электродвигателей ДК-104, имеющие класс нагревостойкости изоляции В, также пропитывают в лаке ФЛ-98. Первоначально якорь сушат (рис. 161) в течение 10 ч при температуре 110—130 °С, затем охлаждают до температуры 90—100 °С, после чего загружают в автоклав (рис. 162). В нем создают вакуум 0,087—0,093 МПа и выдерживают якорь под вакуумом в течение 1 ч. Затем затягивают лак в автоклав из лакоприемника и выполняют пропитку якоря аналогично пропитке полюсных катушек в течение 30 мин под давлением 0,2 МПа. После пропитки снижают давление и удаляют

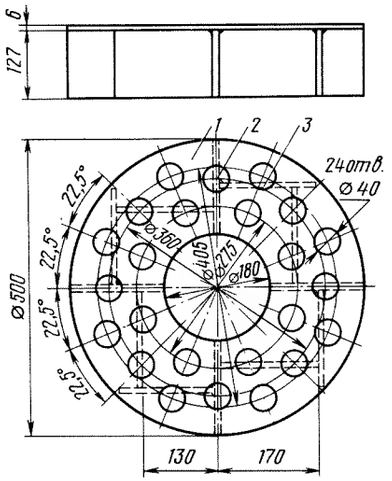


Рис. 162. Подставка в автоклав для установки якорей тяговых двигателей:
1—диск; *2, 3*—ребра

лак из автоклава в лакоприемник. Затем в автоклаве вновь создают вакуум 0,087—0,093 МПа и выдерживают якорь в этих условиях в течение 30 мин. Выгружают якорь из автоклава и перед загрузкой в печь протирают его марлевыми концами, смоченными смесью ксилола с уайт-спиритом в соотношении 1:1. Ленточный бандаж миканитового конуса коллектора окрашивают эмалью. Сушку якоря после первой пропитки осуществляют аналогично сушке полюсных катушек при температуре 130—140 °С в течение 5 ч. Затем производят повторную пропитку погружением, протирают вал смесью ксилола с уайт-спиритом и сушат якорь в печи. Режимы повторной пропитки и сушки аналогичны соответствующим режимам для катушек полюсов. После сушки замеряют сопротивление изоляции обмотки якоря.

Лаки ФЛ-98 и КО-916, предназначенные для пропитки полюсных и якорных катушек, периодически проверяют на вязкость по вискозиметру ВЗ-4.

Якоря тяговых электродвигателей ДК-108, ДК-116, ДК-117, имеющие класс нагревостойкости изоляции Н, пропитывают в лаке КО-916. Первую сушку выполняют в течение 15—20 ч при температуре 180—190 °С. После сушки, не охлаждая якорь, замеряют сопротивление его изоляции. Если оно ниже 10 МОм, якорь сушат повторно. Затем охлаждают якорь до температуры 60—80 °С и загружают его в автоклав. Создав в автоклаве вакуум 0,087—0,1 МПа, выдерживают якорь в течение 1 ч. Затем под вакуумом закачивают лак в автоклав до тех пор, пока лак не покроет петушки коллектора якоря.

Режим вакуумной пропитки аналогичен пропитке в лаке ФЛ-98. Сушку якоря после первой пропитки производят в течение 5 ч при температуре 180—190 °С. Вторую пропитку — погружением — осуществляют после охлаждения якоря до температуры 60—80 °С, выдерживая его в автоклаве с полностью закрытыми петушками в течение 10—15 мин. Затем протирают вал хлопчатобумажными концами, увлажненными смесью ксилола и уайт-спирита, после чего сушат в течение 20 ч при температуре 180—190 °С. Выгрузив якорь из печи, замеряют сопротивление изоляции.

Полюсные катушки электродвигателей ДК-108 перед пропиткой сушат в течение 6 ч при температуре 110—130 °С; затем охлаждают до температуры 70—80 °С и загружают в автоклав, где выдерживают их под вакуумом 0,093—0,1 МПа в течение 20—30 мин. Сняв вакуум, катушки пропитывают под давлением 0,6 МПа в течение получаса. После стекания лака катушки сушат в печи при температуре 180 — 190 °С в течение 12 ч. Повторную пропитку производят также вакуум-нагнетательным способом при аналогичных режимах, однако время сушки после второй пропитки составляет 8 ч.

Если нет небходимости снятия катушек с полюсов, катушки пропитывают в собранном остове. Последний с катушками сушат при температуре 110—130 °С в течение 10 ч.

Затем замеряют сопротивление изоляции (оно должно быть не менее 10 МОм). Перед установкой остова в автоклав внутрь остова со стороны привода устанавливают уплотнительное кольцо и заглушают резьбовые отверстия. Остов помещают в автоклав в вертикальном положении межкатушечными соединениями вверх. Затем автоклав заполняют лаком КО-916К до полного покрытия межкатушечных соединений. Пропитывают остов в течение 15 мин. После стекания лака и снятия уплотнительного кольца и заглушек промывают внутренние поверхности и горловины остова, а также поверхности сердечников полюсов техническими салфетками, увлажненными в бензине. Затем вновь сушат остов в печи в течение 10 ч при температуре 110—130 °С, после чего замеряют сопротивление изоляции катушек.

§ 34. Сборка и испытания

Перед сборкой производят контрольные замеры. Замеряют длину выводных проводов от индуктора до наконечников, проверяют натяг подшипниковых щитов в горловине остова, овальность горловины остова (рис. 163) под подшипниковые щиты, натяг между наружными кольцами подшипников и гнездами подшипниковых щитов. С помощью микрометрического нутромера контролируют правильность установки главных и добавочных полюсов, замеряя расстояния между противоположными полюсами в двух крайних точках для каждой пары полюсов. Замеры должны совпадать с данными соответствующих чертежей. Проверяют диаметр рабочей поверхности коллектора и диаметр по петушкам. Щупом (рис. 164) контролируют ширину канавок между коллекторными пластинами, глубину продорожки изоляции между пластинами. Штангенциркулем замеряют глубину канавки у петушков коллектора. Производят контроль нажатия пальцев щеткодержателя на щетку, а также суммарного зазора между щетками и гнездами щеткодержателей.

Сборка. Внутренние кольца роликовых подшипников и задний шариковый подшипник электродвигателя ДК-117 нагревают в печи до температуры 100—120 °С и укрепляют на вал. Наружные кольца роликовых подшипников надевают на внутреиние, после чего замеряют зазор между внутренними кольцами и роликами.

При соответствии зазоров нормам наружные кольца запрессовывают в подшипниковые щиты и смазывают ролики смазкой ЖРО. На вал якоря при необходимости напрессовывают вентилятор, втулки. Скобы на переднем подшипниковом щите изолируют стеклолентой ЛЭС и закрепляют на них перемычки щеткодержателей чулком АСЭЧ(б).

На щит закрепляют кронштейны щеткодержателей. Для установки щеткодержателей в горловину щита вставляют шаблон (рис. 165), после чего поочередно размещают на кронштейны щеткодержатели. Затем надевают на шпильки кронштейнов гребенчатые накладки и закрепляют щеткодержатели на кронштейнах

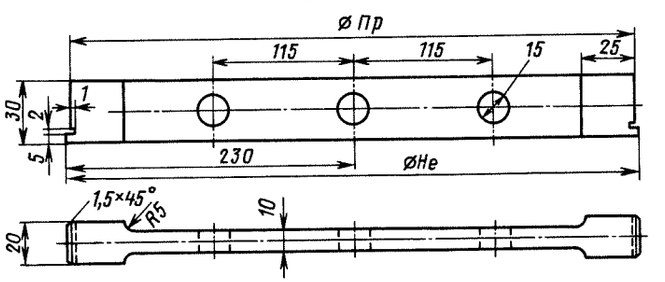


Рис. 163. Шаблон для замеров расточки остова

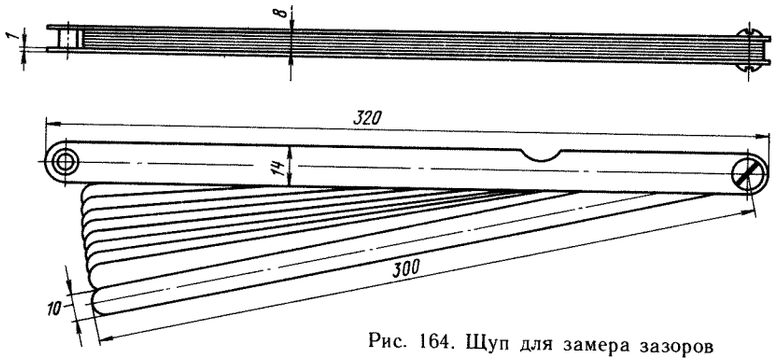


Рис. 164. Щуп для замера зазоров

гайками, а наконечники шунтов щеток — болтами на корпусах щеткодержателей. Щит со щеткодержателями устанавливают на посадочные поверхности остова и запрессовывают его в горловину при помощи поочередной затяжки болтов. Задний подшипниковый щит надевают на вал якоря и в горизонтальном положении при помощи специальной чалки (см. рис. 145) вводят якорь вместе с подшипниковым щитом в остов. Подшипниковый щит со стороны привода запрессовывают в горловину остова аналогично переднему щиту.

Замеряют зазоры между внутренними кольцами и роликами роликовых подшипников, результаты замеров заносят в паспорта подшипников. Проверяют комплектность роликовых и шариковых подшипников, наличие на них клейм. Размещают подшипниковые крышки, трубки для смазки подшипников. Подшипники и

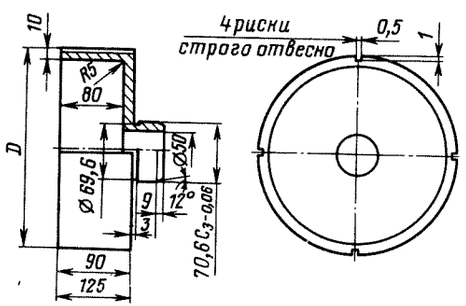


Рис. 165. Шаблон для установки щеткодержателей на подшипниковый щит тяговых двигателей

лабиринтные канавки подшипниковых щитов смазывают смазкой ЖРО. Замеряют аксиальный разбег якоря с помощью специального приспособления, передвигая якорь по оси в сторону переднего и заднего подшипников слесарным ломиком. На торцах подшипниковых щитов и крышках выбивают номер тягового электродвигателя. Концы перемычек щеткодержателей закрепляют болтами на кронштейнах. Щетки вставляют в гнезда щеткодержателей и, вращая якорь вручную, протирают их по коллектору с помощью шлифовальной шкурки. Внутреннюю часть двигателя продувают сжатым воздухом и подкрашивают внутренние поверхности остова и подшипникового щита со стороны коллектора эмалью КО-911. Устанавливают крышки коллекторных люков.

После сборки производят контрольные замеры двигателя на соответствие ремонтным нормам. Контролируют зазоры между главными и добавочными полюсами с одной стороны и якорем с другой; биение (рис. 166) конусной поверхности вала якоря; расстояние от корпусов щеткодержателей до рабочей поверхности коллектора; непараллельность щеткодержателя вдоль коллекторных пластин; площадь прилегания щеток к коллектору и т. д. После замеров тяговый электродвигатель подают на испытательную станцию (рис. 167) для проведения приемо-сдаточных испытаний. Готовность двигателя к

испытаниям фиксируют в специальном журнале, где указывают тип и номер двигателя и вид произведенного ремонта. Результаты испытаний заносят в паспорт двигателя.

Приемо-сдаточные испытания тяговых электродвигателей. Вначале производят замеры сопротивления изоляции обмоток и омического сопротивления обмоток якорей между соответствующими коллекторными пластинами и обмоток полюсных катушек между соответствующими выводными проводами. Все двигатели проходят испытание на нагревание при номинальном напряжении и часовом токе: после капитального ремонта — в течение 1 ч, после среднего ремонта — в течение 30 мин. При этом через каждые 15 мин выполняют замеры сопротивлений катушек главных и добавочных полюсов. После остановки двигателя в течение 10—12 мин производят 5—6 замеров сопротивления обмотки якоря. Значения сопротивлений должны приводиться к температуре 20 °С и соответствовать нормам и допускам.

С помощью термометра или термопары сразу после остановки двигателя замеряют температуру коллектора и подшипников. Подогрев по сравнению с окружающей средой для коллектора не должен превышать 95 °С, для подшипников — 55 °С; для полюсных катушек — 130 °С, обмотки якоря — 120 °С.

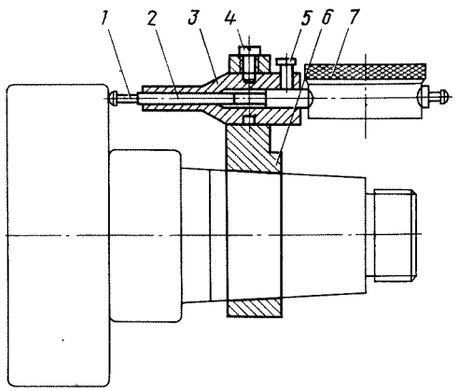
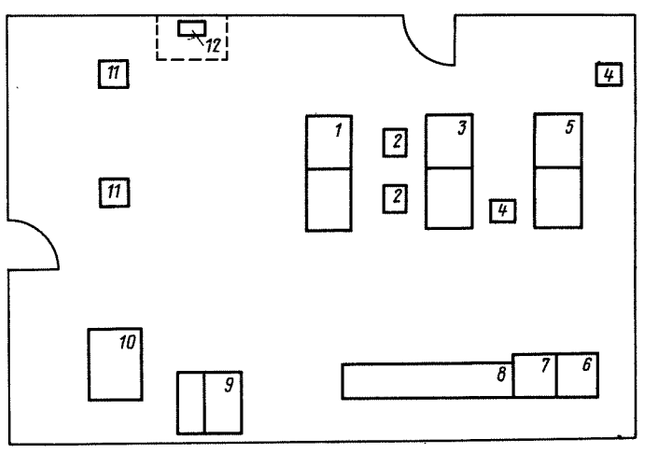


Рис. 166. Приспособление для контроля торцового биения роликового подшипника на собранном двигателе:
1—наконечник; *2*—удлиниитель; *3*—втулка; *4, 5*—виниты; *6*—корпус; *7*—индикатор И410

В процессе испытания электродвигатели включают в электрическую цепь попарно, при этом один из них работает в режиме генератора, другой—в режиме двигателя, затем наоборот. При номинальном напряжении на коллекторе и часовом режиме производят замеры частоты вращения двигателей.

В течение 2 мин двигатели испытывают на повышенную (максимальную) частоту вращения при хо-

Рис. 167. Станция испытаний тяговых электродвигателей:
1—стенд для испытаний двигателей ДК-104; *2*—колонки для подключения выводов ДК-108, ДК-116 и ДК-104; *3*—стенд для испытаний двигателей ДК-108, ДК-116 и ДК-104; *4*—колонкн для подключения выводов ДК-117; *5*—стенд для испытаний двигателей ДК-117; *6, 7*—шкафы силовые тиристорные; *8*—шкаф управления стендами и ввода силового кабеля; *9*—пульт управлення стендом испытания мотор-компрессоров; *10*—стенд для испытания мотор-компрессоров; *11*—стенды испытаиий двигателей на холостом ходу; *12*—стеид для испытаиий двигателей «на пробой»



лостом ходе. При этом прослушивают работу подшипников и замеряют вибрацию.

Для контроля коммутации двигателей производят два режима:

при номинальном напряжении на коллекторе и двойном часовом токе;

при повышенном напряжении на коллекторе (488 В) и отключенной нагрузке. При этом степень искрения не должна превышать допустимых значений.

Класс коммутации $1^1/_2$ характеризуется слабым искрением под большей частью щетки и появлением на коллекторе следов почернения, легко устраняемых протиранием поверхностей сухой салфеткой. Частоту вращения двигателей замеряют стробоскопическим или цифровым тахометром. При режиме холостого хода замеряют уровень вибрации двигателя с помощью виброизмерительных приборов ВА-2, ВИП-2 или других, позволяющих измерить эффективные значения вибрационной скорости в диапазоне частот до 2000 Гц. Измерения вибрации осуществляют на подшипниковых щитах в трех взаимно перпендикулярных направлениях при различных частотах вращения от минимальной до максимальной. Максимальные значения вибрационной скорости не должны превышать класса 4,5 на всем диапазоне частот вращения.

Испытание электрической прочности изоляции двигателей производят на пробивной установке в течение 1 мин синусоидальным напряжением частотой 50 Гц.

После окончания всех испытаний и проверок, предусмотренных программой, осматривают электродвигатель, производят контроль состояния коллектора, щеткодержателей и кронштейнов и надежности их крепления, а также состояния щеток, бандажей обмотки якоря и других доступных для осмотра частей машины. Двигатели, не требующие каких-либо исправлений после испытаний, признают пригодными к эксплуатации. При несоблюдении хотя бы одного параметра испытаний необходимо обнаружить и устранить дефект и произвести повторное испытание.

В частности, при отклонении частоты вращения от номинального значения более чем на 4% причиной может быть недостаточная притирка щеток. Варьировать частоту вращения можно также постановкой или снятием стальных прокладок под главными полюсами.

Причиной неудовлетворительного реверсирования (разброса частоты вращения при вращении в противоположных направлениях) может быть неправильная установка щеткодержателей или щеток (смещения, перекосы и т. д.).

Причинами неудовлетворительной коммутации могут быть неправильная установка щеткодержателей и щеток; вибрация щеток; неправильное или неравномерное нажатие пальцев щеткодержателей на щетки; выступание слюды на коллекторе; поврежденная поверхность, волнистость коллектора; обрыв в обмотке якоря; плохая сварка в петушках; плохая притирка щеток; межвитковые замыкания в обмотке якоря или полюсов; межламельные замыкания в коллекторе; неправильное включение полюсов; неравномерность зазора и перекос полюсов; неправильный подбор марки щеток и т. д.

Для каждой причины неисправности существуют характерные признаки, по которым можно выявить ее с целью последующего устранения.

Основные характеристики и нормы допусков на ремонт тяговых электродвигателей вагонов метрополитена приведены в табл. 16.

Стенд для испытаний (см. рис. 167) включает в себя устройство, разработанное ВНИИЖТом для обнаружения межвитковых замыканий в обмотках якорей, выполненное на полупроводниковых приборах. Оно состоит из генератора импульсов, виток-индуктора, индуктивного датчика, транзисторного усилителя и стрелочного индикатора.

Таблица 16

Параметр	Тип электродвигателя	Значение параметра при ремонте	
		среднем	капитальном
Номинальное напряжение на коллекторе, В, в режиме:			
двигательном	ДК-104, ДК-108, ДК-116, ДК-117	375	375
генераторном	ДК-104, ДК-108, ДК-116	750	750
Напряжение изоляции по отношению к корпусу, В	ДК-104, ДК-108, ДК-116, ДК-117	825	825
Испытательное напряжение при выпуске из ремонта, В	ДК-104, ДК-108, ДК-116, ДК-117	2500	3000
Класс коммутации (степень искрения на коллекторе) на всех режимах в пределах рабочих характеристик	ДК-104, ДК-108, ДК-116, ДК-117	Не выше $1^1/_2$	
Мощность часового режима, кВт	ДК-104	72	72
	ДК-108	66	66
	ДК-116	72	72
	ДК-117	110	110
Номинальное ослабление возбуждения,%	ДК-104, ДК-108, ДК-116, ДК-117	50	50
		65	65
Ток якоря, А	ДК-104	220	220
	ДК-108	202	202
	ДК-116	218	218
	ДК-117	330	330
Частота вращения, об/мин	ДК-104	1230	1230
	ДК-108	1510	1510
	ДК-116	1360	1360
	ДК-117	1480	1480
Максимальная частота вращения в эксплуатации, об/мин	ДК-104	2500	2500
	ДК-108, ДК-116, ДК-117	3250	3250
Максимальная частота вращения при испытаниях, об/мин	ДК-104	2750	3100
	ДК-108, ДК-116	3600	4100
	ДК-117	3950	4500
Номинальные значения сопротивлений обмоток при температуре 20 °С, Ом:			
якоря	ДК-104	0,0515	0,0515
	ДК-108, ДК-116	0,064	0,064
	ДК-117	0,0285	0,0285
главных полюсов	ДК-104	0,050	0,050
	ДК-108	0,048	0,048
	ДК-116	0,043	0,043
	ДК-117	0,0312	0,0312
добавочных полюсов	ДК-104, ДК-116	0,022	0,022
	ДК-108	0,0266	0,0266
	ДК-117	0,0094	0,0094
параллельной обмотки полюсов	ДК-108	124	124
Допускаемое отклонение частоты вращения часового режима, %	ДК-104, ДК-108, ДК-116, ДК-117	±4	±4
Реверсирование (разность частот вращения часового режима по сравнению со средним арифметическим обеих частот вращения), %	ДК-104, ДК-108, ДК-116, ДК-117	Не более 4	Не более 4
Отклонение сопротивлений обмоток от номинальных значений при температуре 20 °С, не более, %	ДК-104, ДК-108, ДК-116, ДК-117	±5	±5
Зазор между главным полюсом и якорем (под центром полюса), мм	ДК-104	$1,5 \pm 0,20$	$1,5 \pm 0,20$
	ДК-108	$3,25 \pm 0,20$	$3,25 \pm 0,20$
	ДК-116	$2,55 \pm 0,20$	$2,55 \pm 0,20$
	ДК-117	$2,5^{+0,47}_{-0,73}$	$2,5^{+0,47}_{-0,73}$

Продолжение табл. 16

Параметр	Тип электродвигателя	Значение параметра при ремонте	
		средием	капитальном
Зазор между добавочным полюсом и якорем (под центром полюса), мм	ДК-104	3,5±0,20	3,5±0,20
	ДК-108	3,8±0,20	3,8±0,20
	ДК-116	4,3±0,20	4,3±0,20
	ДК-117	$3,5^{+0,07}_{-1,57}$	$3,5^{+0,07}_{-1,57}$
Радиальный зазор в роликовых подшипниках, мм, со стороны:			
привода	ДК-104, ДК-108, ДК-116	0,05—0,25	0,05—0,10
коллектора	ДК-104, ДК-108, ДК-116	0,05—0,25	0,05—0,10
	ДК-117	0,03—0,14	0,03—0,10
Аксиальный разбег якоря, мм	ДК-104, ДК-108, ДК-116, ДК-117	0,15—0,50	0,15—0,40
Перегрев якорных подшипников, не более, °С	ДК-104, ДК-108, ДК-116, ДК-117	55	55
Биение конусной поверхности якоря, не более, мм	ДК-104, ДК-108, ДК-116, ДК-117	0,05	0,05
Зазор в лабиринтном уплотнении крышки подшипникового щита со стороны привода, мм	ДК-104, ДК-108, ДК-116	0,2—0,5	0,3—0,36
	ДК-117	0,3—0,5	$0,3^{+0,14}_{0,07}$
Расстояние от корпуса щеткодержателя до рабочей поверхности коллектора, мм	ДК-104, ДК-108, ДК-116, ДК-117	2—5	2—5
Биение рабочей поверхности коллектора нагретой машины, не более, мм	ДК-104, ДК-108, ДК-116, ДК-117	0,04	0,04
Непараллельность гнезда щеткодержателя относительно коллекторной пластины, не более, мм	ДК-104, ДК-108, ДК-116, ДК-117	1,0	1,0
Площадь прилегания щетки к поверхности коллектора, не менее, %	ДК-104, ДК-108, ДК-116, ДК-117	100	100

§ 35. Электродвигвтели мотор-компрессоров

На вагонах метрополитена всех типов эксплуатируют компрессоры ЭК-4А с электродвигателями ДК-408В (реже ДК-408А,Б). Основное отличие ДК-408В состоит, как известно, в клиновом способе крепления обмотки в сердечнике якоря.

Наружную поверхность мотор-компрессора протирают концами, увлажненными в керосине. Перед началом разборки производят замеры сопротивлений обмоток якоря и полюсных катушек, а также сопротивления изоляции обмоток. Отработанное масло сливают из картера, отвернув пробку маслосливного отверстия. Затем, прогнав резьбу в отверстиях корпуса под отжимные болты, отжимают болтами компрессор от электродвигателя.

Электродвигатель разбирают: с вала якоря снимают шестерню при помощи винтового съемника, колпак, щеткодержатели, крышки подшипников, подшипники, подшипниковые щиты, траверсу щеткодержателей; вынимают якорь из остова. Якорь и остов продувают сжатым воздухом в продувочной камере. Обмотки якоря и полюсных катушек протирают марлевыми концами, увлажненными в бензине. Металлические детали, включая подшипники, промывают в моечной машине 5%-ным раствором каустической соды.

Щеткодержатели ремонтируют: цинкуют крепежные изделия, при

необходимости заменяют фарфоровые изоляторы и изоляцию на пальцах кронштейнов, прогоняют резьбу в пальцах; корпуса щеткодержателей подвергают пескоструйной обработке; защищают гребенки. После сборки щеткодержателей регулируют нажим пружин и шплинтуют валики. Собранный щеткодержатель устанавливают на палец и закрепляют.

Осматривают состояние вала якоря, резьбы на нем, а также бандажи, пайку обмотки в петушках коллектора. Якорь проверяют и убеждаются в отсутствии межвитковых замыканий в обмотке. Затем при необходимости его пропитывают в термореактивном лаке ФЛ-98. Пропитку выполняют по технологии, описанной в § 33. После пропитки подтягивают гайку коллектора. Межремонтные пробеги указаны ниже:

Средний ремонт с пропиткой, тыс. км	350±50
Капитальный ремонт	По состоянию

Коллектор обтачивают на токарном станке, затем продороживают и вновь устанавливают якорь на токарный станок, где обрабатывают коллектор шлифовальной шкуркой.

При необходимости осуществляют замену шестерни и втулок на валу якоря.

Покров на изоляционном конусе коллектора окрашивают лаком № 1201 (при необходимости заменяют покров новым), обмотку и железо якоря—лаком БТ-987. Затем производят динамическую балансировку якоря.

Остов электродвигателя с катушками, крышки подшипников, щиты и колпак осматривают. Прогоняют резьбовые отверстия в остове, крышках и щитах. Катушки, стоящие на остове, пропитывают в лаке ФЛ-98. Поверхность сердечников полюсов очищают шабером от наслоений лака. Наждачной шкуркой очищают канавки и привалочные поверхности крышек и щитов. Полюса окрашивают битумным лаком БТ-987, а остов со стороны коллектора, щит, траверсу, крышки — эмалью ГФ-92-ХС.

При капитальном ремонте выполняют ремонт якоря электродвигателя компрессора с заменой обмотки.

С лобовых частей якоря снимают бандажи. Из пазов железа якоря вынимают клинья (у двигателей ДК-408В). Эту работу производят на станке, а при его отсутствии — вручную с помощью молотка и специальной подбойки. Затем снимают подбандажную изоляцию с обмотки якоря по пазовым и лобовым частям. Концы обмотки якоря обрезают с двух сторон по лобовым частям и вынимают обмотку из пазов железа якоря с помощью слесарного клина и молотка. Концы обмотки выпаивают из петушков коллектора и вынимают. Шлицы коллекторных пластин очищают ножом от остатков припоя. Рабочую поверхность коллектора зачищают стеклянной шкуркой, канавки между пластинами — шабером. Коллектор продувают сжатым воздухом.

Контролируют состояние изоляции между коллекторными пластинами (напряжением 220 В) и между коробкой и нажимной шайбой коллектора (напряжением 1,5 кВ). Затем проверяют сопротивление изоляции между рабочей поверхностью и коробкой коллектора. Контроль производят мегаомметром на 2500 В; сопротивление изоляции должно быть не менее 5 МОм. В случае обнаружения некачественной изоляции коллектор подлежит ремонту.

После снятия обмотки нажимные шайбы и пазы железа якоря очищают от остатков изоляции и эксплуатационного загрязнения. Сердечник продувают сжатым воздухом. Подготавливают изоляционный материал и изготавливают секции для обмотки.

Секцию наматывают на станке с помощью специального шаблона. Затем временно бандажируют тафтяной лентой и растягивают ее на растяжном станке с помощью оправки и молотка и пропитывают в лаке

БТ-987. Концы секции зачищают и лудят припоем ПОС-30. Затем снимают временный бандаж и изолируют секцию.

Изоляцию для якоря пропитывают и нарезают. Сердечник якоря изолируют по чертежу. Якорь размечают под укладку обмотки. Обмотку нагревают до температуры 80 °С, нагретые секции натирают парафином по пазовым частям и закладывают секции в пазы, а концы секций — в петушки коллектора. Концы секций в изгибах лобовых частей изолируют лакотканью и осаживают секции в якоре подбойкой. Затем уложенную обмотку испытывают и убеждаются в отсутствии межвитковых замыканий. После этого якорь нагревают в печи до температуры 100 — 110 °С в течение 3 ч.

Нагретый якорь устанавливают на бандажированный станок и накладывают временный бандаж. После этого паяют обмотку якоря в коллекторе припоем ПОС-61, промазывая места пропайки канифолевым флюсом. В пазы железа якоря, сняв временные бандажи, запрессовывают клинья специальной подбойкой. Закрепляют якорь на бандажировочный станок и накладывают постоянные бандажи из стеклобандажной ленты. Затем протачивают, продороживают, шлифуют коллектор, зачищают межламельные канавки после шлифовки, продувают коллектор сжатым воздухом. Якорь осматривают и убеждаются в отсутствии межвитковых замыканий, замеряют сопротивления обмотки якоря и изоляции обмотки якоря и коллектора.

Якорь пропитывают в лаке ФЛ-98 и балансируют. Покров изоляционного конуса и петушки коллектора окрашивают эмалью ГФ-92-ХК.

После ремонта остова и якоря электродвигатель собирают. Устанавливают подшипники на вал, закладывают в них смазку. Якорь вставляют в остов. Закрепляют траверсу и подшипниковые щиты. Устанавливают резиновую манжету с пружиной. Привалочные поверхности крышек и щитов покрывают эмалью ГФ-92-С. Щеткодержатели размещают на траверсу, на щеткодержателях закрепляют щетки, которые притирают по коллектору. На вал якоря запрессовывают предварительно нагретую до 100 °С шестерню. На двигатель устанавливают колпак.

Параллельно с ремонтом электродвигателя производят ремонт компрессора, а именно шариковых подшипников; кривошипно-шатунного механизма, клапанов, блока шестерен, прокладок из листового электролита и др. Затем компрессор собирают и сочленяют с электродвигателем. В корпус компрессора заливают масло и устанавливают на корпус сапун, на блок цилиндров — клапаны с крышкой.

Отремонтированный мотор-компрессор испытывают на соответствие нормам допусков и износов, которые приведены ниже:

Ток часового режима, А	
ДК-408А	6,7
ДК-408Б	8,5
ДК-408В	4,8
Частота вращения часового режима, об/мин:	
ДК-408К, ДК-408В	1500±6 %
ДК-408Б	1100±7,5%
Диаметр рабочей поверхности коллектора, мм	165—150
Глубина продорожки изоляции между коллекторными пластинами, мм	1,0—0,8
Ширина канавки между коллекторными пластинами, не менее, мм	0,8—0,6
Длина петушка коллектора, мм	11—6,5
Нажатие пальца щеткодержателя на щетку, Н	10—12
Высота щетки, не менее, мм	32
Зазор между щеткой и гнездом щеткодержателя, мм:	
по толщине щетки	0,05—0,30
по ширине щетки	0,07—0,60
Коммутация:	
при номинальном напряжении часового режима и противодавлении 80 Н/см^2	$1^1/_4$
при напряжении на коллекторе 900 В (пятикратный пуск под нагрузкой)	$1^1/_2$
Сопротивление обмотки якоря при температуре 20 °С, Ом:	
ДК-408А, ДК-408В	2,77±5 %
ДК-408Б	5,22±5 %

Сопротивление обмоток главных полюсов при температуре 20 °С, Ом:	
ДК-408А	3,2±5 %
ДК-408Б	5,6±5 %
Сопротивление изоляции по отношению к корпусу (якоря и катушек полюсов раздельно), не ниже, МОм, в состоянии:	
горячем	4
холодном	5
Воздушный зазор между якорем и главным полюсом, мм	1,5±0,25
Биение рабочей поверхности коллектора, не более, мм	0,06
Биение конца вала электродвигателя со стороны привода, не более, мм	0,05
Расстояние от корпуса щеткодержателя до рабочей поверхности коллектора, мм	2,0—4,0
Непараллельность гнезда щеткодержателя относительно коллекторной пластины, не более, мм	0,8
Процент прилегания щетки к поверхности коллектора, не менее, %	100

§ 36. Электродвигатели приводов групповых переключателей

Групповые реостатные контроллеры ЭКГ-17 и ЭКГ-36 приводят в движение электродвигателями ПЛ-072Г (номинальным напряжением 70 В), групповые переключатели положений ЭКГ-18—электродвигателями ПЛ-072Д (номинальным напряжением 24 В). Технология ремонта их одинакова.

С электродвигателя демонтируют кожух, подшипниковые щиты (со стороны привода — комплектно с якорем), щеткодержатели. Из последних вынимают щетки. С вала якоря снимают подшипники, с клеммной колодки — наконечники выводных проводов. Разбирают траверсу щеткодержателей. Якорь отделяют от подшипникового щита.

Якорь, индуктор и снятые детали продувают сжатым воздухом и протирают техническими салфетками, смоченными в авиационном бензине.

Остов осматривают. Измерительным мостом замеряют сопротивление полюсных катушек, мегаомметром на 500 В — сопротивление изоляции катушек относительно корпуса. При необходимости производят замену наконечников на выводных проводах. Провода после этого изолируют полихлорвиниловой лентой. Выступающие части катушек и остов окрашивают эмалью ГФ-92-ХС.

Производят осмотр якоря, контролируют крепление обмотки, бандажей, проверяют вал, вентилятор. Замеряют сопротивление изоляции и омическое сопротивление обмотки якоря. Коллектор дорожат вручную и шлифуют на токарном станке. В подшипники закладывают смазку. Железо, лобовые части обмоток и вентилятор окрашивают эмалью ГФ-92-ХС.

Осматривают траверсу со щеткодержателями, а также пружины щеткодержателей.

При наличии дефектов в полумуфте, подшипниках, вентиляторе, пружинах, крепежных изделиях детали заменяют новыми. При пробое изоляции, дефектах обмоток, якоря или полюсов, а также при наличии трения на валу — электродвигатель подлежит замене новым.

После ревизии узлов двигатель собирают. Размещают подшипниковый щит со стороны коллектора, изменяют траверсы со щеткодержателями, устанавливают щит со стороны коллектора на станину, закрепляя его стяжными болтами. На вал якоря крепят подшипниковый щит со стороны привода, размещают его на якоре и устанавливают комплектно на станину. Заворачивают гайки стяжных болтов, ставят новые щетки и закрепляют их шунты. Щетки притирают по коллектору. Пыль от щеток продувают сжатым воздухом.

Электродвигатель испытывают, подавая на него номинальное напряжение, проверяют вращение в обе стороны, делают контрольные замеры. После испытаний устанавливают кожух и полумуфту, предварительно подобрав натяг в пределах 0,010—0,014 мм. Полумуфту сажают на вал в горячем состоянии,

предварительно нагрев ее в печи до температуры 120—140 °С.

Нормы и допуски на ремонт электродвигателей ПЛ-072Г и ПЛ-072Д приведены ниже:

Мощность часового режима, кВт:	
ПЛ-072Г	0,17
ПЛ-072Л	0,15
Ток обмотки якоря, А:	
ПЛ-072Г	3,2
ПЛ-072Д	10,0
Ток обмотки возбуждения, А:	
ПЛ-072Г	1,73
ПЛ-072Д	3,35
Частота вращения, об/мин:	
ПЛ-072Г	1170
ПЛ-072Д	1350
Напряжение на коллекторе и обмотке возбуждения, В:	
ПЛ-072Г	70
ПЛ-072Д	24
Диаметр рабочей поверхности коллектора, мм	48
Длина катушки коллектора, мм	2—4
Глубина продорожки коллектора, не менее, мм	0,4
Ширина паковки между коллекторными пластинами, мм	0,3—0,4
Нажатие пальца щеткодержателя на щетку, Н	4—4,2
Высота щетки, не менее, мм	19
Сопротивление обмотки якоря при температуре 20 °С, Ом:	
ПЛ-072Г	5,34
ПЛ-072Д	0,52
Сопротивление обмотки возбуждения при температуре 20 °С, Ом:	
ПЛ-072Г	31,7
ПЛ-072Д	5,75
Сопротивление изоляции в горячем состоянии, не ниже, МОм	4
Воздушный зазор между якорем и полюсом, мм	0,5
Биение по рабочей поверхности коллектора, не более, мм	0,05
Прилегание щетки к поверхности коллектора, не менее, %	100

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие электрические машины применяют на вагонах метрополитена?
2. Чем отличаются объемы среднего и капитального ремонтов тяговых электродвигателей?
3. Какие еще существуют виды ремонтов, кроме среднего и капитального?
4. Для чего проводят доремонтные испытания тяговых электродвигателей?
5. Как выполняют проверку полюсных катушек и убеждаются в отсутствии межвитковых замыканий?
6. В каких случаях сердечники главных полюсов признают негодными к дальнейшей эксплуатации и заменяют новыми?
7. Как производят затяжку полюсов на остове болтами?
8. Всегда ли при среднем ремонте осуществляют демонтаж магнитной системы?
9. Как ремонтируют выводные провода?
10. Какие операции производят при ремонте корпусов щеткодержателей?
11. Как доводят нажатие нажимных пальцев на щетки до нормы?
12. Как ремонтируют кронштейны щеткодержателей?
13. Как производят дефектировку вала якоря?
14. В каких случаях коллектор спрессовывают с якоря, а в каких ремонтируют последний в сборе с коллектором?
15. Каков порядок изготовления якорных катушек?
16. Как ремонтируют коллекторные пластины?
17. Как собирают и изготавливают новый коллектор?
18. Опишите порядок изолировки якорей.
19. Как крепят обмотку якоря в коллекторе?
20. Каков объем работ по якорю при среднем ремонте?
21. Какие части электрических машин пропитывают в термореактивном, а какие — в кремнийорганическом лаках?
22. Чем отличается вакуум-нагнетательная пропитка от пропитки погружения?
23. Какие контрольные замеры производят перед сборкой тяговых электродвигателей?
24. Как устанавливают щеткодержатели на подшипниковый щит?
25. Как размещают якорь в остове?
26. Какие испытания проходят двигатели после ремонта?
27. Расскажите о порядке разборки электродвигателей компрессоров.
28. Как производят ремонт якоря моторкомпрессора при капитальном ремонте?
29. Опишите порядок ремонта электродвигателей ПЛ-072.

Глава 7

РЕМОНТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

§ 37. Общие сведения

Износы и повреждения электрооборудования. Износы и повреждения электрических аппаратов могут иметь как механическую, так и электрическую природу. К первым можно отнести износ трущихся частей в подшипниковых узлах, редукторах, появление трещин вследствие ударов, вибраций; изломы и повреждения фарфоровых, пластмассовых, стеклянных, асбестоцементных, текстолитовых деталей и др. Электрическую природу имеют такие повреждения, как износ контактов от токовых нагрузок и выделения тепла в контактных переходах, выгорание контактов из-за возникновения электрической дуги; повреждение или пробой изоляции вследствие ее перегрева; разрушение узлов от динамических нагрузок в аварийных режимах и др.

Общая схема технологии заводского ремонта электрической аппаратуры. Для производства ремонта в объеме КР-1 и КР-2 электрическую аппаратуру демонтируют с вагона и транспортируют в электроаппаратное отделение завода. Там снимают кожухи с аппаратов, продувают их сухим сжатым воздухом или очищают от пыли промышленным пылесосом. Затем крупные металлические детали подвергают очистке металлической щеткой-пленкой; контактные поверхности, изоляционные стойки и панели, валы, барабаны, фарфоровые изоляторы, кулачковые шайбы протирают салфетками или марлевыми концами, увлажненными в бензине, керосине или денатурате.

После очистки от пыли и загрязнения аппараты разбирают на отдельные узлы и детали. Крепежные детали направляют в гальваническое отделение для цинкования, медные — для омеднения; в случае переборки кулачковых барабанов групповых переключателей валы также транспортируют в гальваническое отделение для хромирования шеек. Вал пневмопривода и шестерню реостатного контроллера подвергают контролю на магнитном дефектоскопе. Мелкие металлические детали промывают в растворе лабомида или каустической соды в моечной машине, протирают марлевыми концами или салфетками.

Узлы и детали тщательно осматривают и убеждаются в отсутствии дефектов и соответствии чертежам и нормам допусков и износов. Детали, имеющие дефекты или несоответствующие действующим нормам, ремонтируют или заменяют новыми. Корпуса, кожуха и крышки аппаратов окрашивают и сушат в специальных камерах. Затем аппараты комплектуют, осуществляют их сборку и внутренний монтаж, густо смазывают трущиеся места смазкой ЦИАТИМ-201 или ЦИАТИМ-203, после чего испытывают, регулируют на испытательной станции и сдают работникам ОТК с оформлением соответствующих документов.

После ремонта и испытаний электрическую аппаратуру устанавливают и монтируют на вагоне. Смонтированный вагон проверяют «на пробой» переменным током частотой 50 Гц в течение 1 мин напряжением 4000 В. Затем вагон опускают на тележки и испытывают на обкаточном стенде.

§ 38. Групповые переключатели

К групповым переключателям относят реостатные контроллеры, тормозные переключатели, переключателн положений и реверсоры.

На вагонах метрополитена применяют следующие групповые переключателн: реостатный контроллер ПКГ-758Б (или В), тормозной переключатель и реверсор, смонтированные в одном ящике ПКТ-759 — на вагонах Д; реостатный контроллер ЭКГ-17Б, переключатель положений ЭКГ-18Б, реверсор ПР-754 — на вагонах Е, Еж, Ем-508, Ем-509; реостатный контроллер ЭКГ-17И, переключатель положений ЭКГ-18И, реверсор ПР-772Б — на вагонах Еж3, Ем-508Т (далее Емт); реостатный контроллер ЭКГ-36А, переключатель положений ПКГ-761А, реверсор ПР-7728 — на вагонах 81-717, 81-714.

Кулачковые контакторы. К контакторам силовой цепи относят КЭ-4 на вагонах Д, КЭ-46 (с дугогашением), КЭ-47 на вагонах Е всех модификаций и вагонах 81-717, 81-714; к контакторам цепи управления — КЭ-35Г на вагонах Д, КЭ-42, КЭ-48 (с дугогашением) на вагонах Е, ЕЭ-65 на вагонах 81-717, 81-714.

Кулачковые контакторы в процессе эксплуатации имеют износ контактов, роликов, повреждение изоляторов, выработку в отверстиях

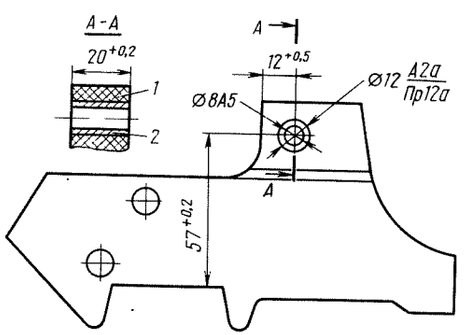


Рис. 168. Втулочный ремонт изолятора кулачкового элемента КЭ-47:
1—изолятор; *2*—втулка

изоляторов и рычагов, износ осей и валиков, трещины, сколы, прожоги дугогасительных камер. При ремонте их разбирают. Сннмают дугогасительную камеру, контакты, гибкие шунты, включающие и прнтирающие пружины, рычаги, держатели подвижных н неподвижных контактов, ролики, игольчатые подшипники. Рычаги, держатели, пружины, крепежные детали промывают в осветительном керосине или в растворе лабомида.

С помощью штангенциркуля контролируют зазоры между осями рычагов и отверстиями в изоляторах и держателях. Зазоры должны соответствовать действующим нормам допусков и износов, иметь размер у кулачковых контакторов силовой цепи не более 0,35 мм, а у контакторов цепи управления не более 0,1 мм. Изношенные оси заменяют новыми. Производят втулочный ремонт или замену втулок у изоляторов и держателей. В случаях когда втулочный ремонт невозможен, изоляторы и держатели заменяют новыми.

Гибкие шунты промывают, надорванные жилы обрезают. При обрыве более 3 % жил шунты бракуют и заменяют новыми. Наконечники шунтов облуживают припоем ПОС-30.

Игольчатые подшипники разбирают, промывают кольца роликов и иглы, убеждаются в соответствии нормам и допускам. При несоответствии этим нормам кольца и иглы заменяют новыми.

Включающие и притирающие пружины транспортируют на испытательную станцию для проверки характеристик. При несоответствии последних нормативам пружины бракуют. Крепежные детали, рычаги и держатели отправляют в гальваническое отделение для цинкования.

Изоляторы протирают, визуально осматривают и убеждаются в отсутствии трещин; при их наличии изолятор заменяют новым. В случае выработки отверстий в изоляторах выше нормы осуществляют ремонт изоляторов (рис. 168) методом дополнительных деталей (втулочный ремонт). Для этого отверстие в изоляторе развертывают, а затем запрессовывают металлическую или капроновую втулку, внутренний диаметр которой соответствует чертежному диаметру отверстия в изоляторе. Контролируют состояние резьбы в гнездах (армировках) изоляторов. При необходимости восстанавливают резьбу метчиком, запиливают посадочную поверхность изоляторов с помощью напильника.

У кулачковых контакторов, имеющих дугогасительное устройство, осматривают дугогасительную катушку, вынимают ее сердечник, проверяют изоляционную трубку сердечника. Поврежденную трубку заменяют новой. Производят осмотр состояния пайки катушки и держателя контакта, при необходимости пропаивают это соединение припоем ПОС-30. При этом используют электродуговой паяльник, который питается от сети напряжением 36 В. Катушку и полюса протирают марлевыми концами, увлажненными в керосине. Полюса осматривают, контролируют состояние их резьбы.

Дугогасительную камеру разбирают, проверяют состояние прессованной массы. При наличии трещин и сколов пресс-массы камеру бракуют и заменяют новой.

Дугогасительные рога осматривают и зачищают от подгаров стеклянной шкуркой или напильником.

Подвижный и неподвижный контакты кулачковых контакторов силовой цепи контролируют по профильному шаблону. В случае выработки контакты наплавляют медной проволокой с последующей механической обработкой или заменяют новыми. При необходимости контакты спиливают по профилю. В кулачковых контакторах цепей управления проверяют состояние серебряных напаек, а также состояние контактных пластин (мостиков) и убеждаются в отсутствии выработки и трещин. В случае износа серебряных напаек на контакторы напаивают новые серебряные контакты, сняв предварительно старые. Пайку производят припоем ПСр-86 на контактно-сварочной машине МС-1202.

После ремонта отдельных деталей кулачковые контакторы собирают. Игольчатый подшипник и держатель подвижного контакта закрепляют на рычаге с помощью осей. В подшипник закладывают смазку ЦИАТИМ-201 и ЦИАТИМ-203. Оси зашплинтовывают. Таким же образом устанавливают рычаг на изолятор. В последнем закрепляют держатель неподвижного контакта (на КЭ-46 — с дугогасительной катушкой) и гибкий шунт. Укрепляют включающую и притирающую пружины. На КЭ-46 устанавливают полюса и собирают дугогасительную камеру, которые размещают на контактор после контроля его работы в собранном виде. Проверку осуществляют согласно требованиям норм допусков и износов ЭПС метрополитенов в соответствии с табл. 17.

Контролируют также работу механизма рычагов и устраняют возможные заедания подвижных частей.

Приводы групповых переключателей. Приводы групповых переключателей вагонов метрополитена делят на две принципиально различные группы: электропневматические и электродвигательные. Электропневматический привод (рис. 169) установлен на реостатных контроллерах ПКГ-758Б и ПКГ-758В; ящиках с тормозным переключателем и реверсором ПКГ-759; групповых переключателях положений ПКГ-761; электропневматических реверсорах ПР-764, ПР-772Б и ПР-772В. Реостатные контроллеры ЭКГ-17Б, ЭКГ-17И, ЭКГ-36, а также групповые переключатели положений ЭКГ-18Б и ЭКГ-18И приводятся в действие с помощью электродвигателя ПЛ-012Г или ПЛ-072Д.

Корпуса цилиндров пневмоприводов протирают марлевыми концами,

Таблица 17

Параметр	Тип контактора	Значение параметра
Начальное нажатие, Н	КЭ-4	20—28
	КЭ-46, КЭ-47	14±2
	КЭ-42	2,5±2,5
	КЭ-65	1,9—2,5
	КЭ-48	4±0,4
Конечное нажатие, Н	КЭ-4	40—50
	КЭ-46, КЭ-47	40±5
	КЭ-25Г	3—4
	КЭ-42	5±0,5
	КЭ-65	3—3,4
	КЭ-48	6±0,6
Толщина контакта у пятки, не менее, мм	КЭ-4, КЭ-46, КЭ-47	8
Толщина подвижного серебряного контакта, не менее, мм	КЭ-35Г	1,2
	КЭ-42, КЭ-48	1,5
	КЭ-65	1,0
Толщина неподвижного серебряного контакта, не менее, мм	КЭ-35, КЭ-42	1,5
	КЭ-65, КЭ-48	
Раствор контактов, мм	КЭ-4	8—12
	КЭ-46, КЭ-47	8—14
	КЭ-35Г	4—6
	КЭ-42	8—12
	КЭ-68	7—10
	КЭ-48	7—14
Провал контактов, мм	КЭ-4	8,5—9,5
	КЭ-46, КЭ-47	10±0,5
	КЭ-35Г	2—3
	КЭ-42, КЭ-48	3—4
	КЭ-65	2—4
Поперечное смещение контактов относительно друг друга, не более, мм	КЭ-4	0,8
	КЭ-46, КЭ-47	1,0
	КЭ-35Г	0,5

увлажненными в керосине, или промывают в моечной машине раствором Лабомида. Проверяют состояние резьбы крепления крышек. Трещины в корпусах и крышках цилиндров заваривают, затем производят механическую обработку до чертежных размеров. Особое внимание обращают на то, чтобы рабочая поверхность цилиндра не имела повреждений. При наличии царапин глубиной 0,3 мм и меньше цилиндр шлифуют до диаметра 58,5 мм. Если глубина царапин превышает 0,3 мм, цилиндр восстанавливают хромированием с последующей шлифовкой или заменяют новым. Поршни цилиндров также при необходимости восстанавливают хромированием с последующей шлифовкой. Овальность и конусность цилиндра допускается не более 0,3 мм. Осматривают состояние кожаных манжет. Изношенные, расслоившиеся, имеющие трещины, а также манжеты, в которых при перегибе их на 180° появляются трещины, заменяют новыми. Манжеты, годные к дальнейшей эксплуатации на вагоне, подвергают прожировке, причем резиновые заменяют независимо от их состояния. Шпильки крепления манжет, имеющие поврежденную резьбу, также заменяют новыми. Замеряют диаметры валиков и отверстий, изношенные детали восстанавливают электродуговой наплавкой или газоплазменным напылением с последующей обработкой до чертежных размеров или заменяют новыми. Профиль трехлучевой звезды и храповика переключателя вентилей ПКГ-758 контролируют специальными шаблонами. Малые шестерни в случае износа зубьев восстанавливают наплавкой. Шестерню пневмопривода ПКГ-753 снимают с вала. Вал и

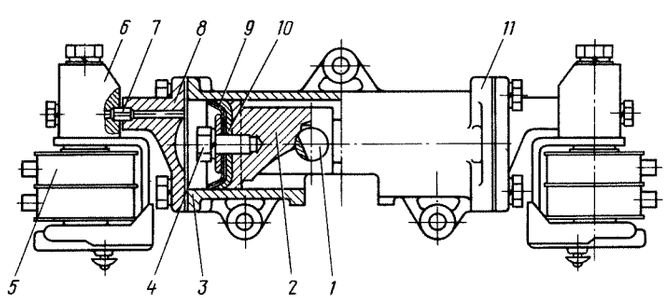


Рис. 169. Привод электропневматический:
1—сухарь; *2*—поршень; *3*—цилиндр; *4*—болт; *5*—катушка вентиля; *6* — вентиль электромагнитный; *7*—втулка; *8*—крышка; *9*—пружина тарельчатая; *10*—манжета; *11*—прокладка

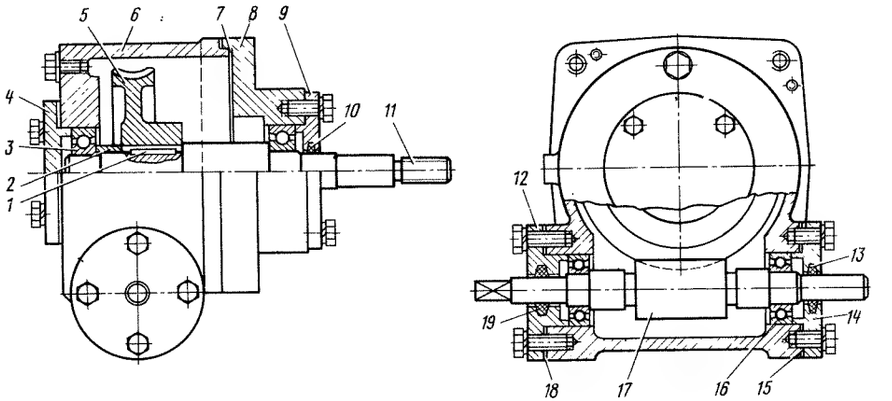


Рис. 170. Редуктор группового переключателя:
1—шпоика; *2*—кольцо; *3, 16*—подшипники шариковые; *4, 8, 9, 12, 14*—крышки; *5*—колесо червячное; *6*—корпус; *7, 15, 18*—прокладки; *10, 13, 19*—шайбы уплотнительные; *11*—вал; *17*—червяк

шестерню проверяют на магнитном дефектоскопе. При наличии трещин вал или шестерню бракуют и заменяют новыми.

Трубы воздухопроводов, имеющие вмятины, трещины, а также перекрученные, заменяют новыми. Неисправные штуцеры, соединительные гайки и муфты также подвергают замене новыми.

Осматривают состояние контактов рожкового и трехкулачкового переключателей вентилей соответственно ПКГ-758Б и ПКГ-758В. Раствор контактов должен составлять 1,0—1,5 мм для рожкового и 5—7 мм для трехкулачкового переключателя.

Производят ремонт электромагнитных вентилей. При сборке привода по необходимости изготавливают электронитовые прокладки под вентили с помощью просечек и пробойников.

После ремонта деталей пневмопривод собирают, при этом внутренние поверхности цилиндров и подшипники смазывают смазкой ЦИАТИМ и устанавливают пневмопривод на аппарат. При этом регулируют положение переключателя вентилей ПКГ-758 и ограничителей поворота валов тормозных переключателей и реверсоров.

Электродвигательный привод состоит из электродвигателя постоянного тока ПЛ-072 и редуктора. Технология ремонта электродвигателей привода описана в главе 6.

Редуктор (рис. 170) электропривода разбирают, специальными съемниками снимают полумуфту с червяка, подшипники, червяк, малую шестерню, червячное колесо, а также крышки подшипников, якорь, катушку и диски дискового тормоза, корпуса подшипников. Детали промывают от смазки и загрязнения керосином или раствором лабомида, нагретым до температуры 70—80 °С. При выработке отверстий якоря и дисков их восстанавливают электродуговой наплавкой с последующей механической обработкой. Трещины в корпусе редуктора, а также в корпусах и крышках подшипников восстанавливают электродуговой наплавкой. При износе квадрата вала червяка вал также восстанавливают наплавкой, при износе зубьев червяк заменяют новым. Изношенные фрикционные диски заменяют и приклеивают новые клеем БФ-2, изношенные зубья малой шестерни или червячного колеса восстанавливают наплавкой или заменяют. Шестерня или колесо, имеющие трещины, подлежат замене новыми.

Проверяют состояние уплотнительных шайб и прокладок и при необходимости их заменяют новыми.

Посадочные поверхности при слабой посадке полумуфты на вал восстанавливают наплавкой или меняют полумуфту на новую.

Перед сборкой редукторов в корпус и подшипники закладывают смазку ЦИАТИМ.

Кулачковые барабаны. При ремонте в объеме КР-1 перед съемкой с аппарата кулачковых контакторов осуществляют предварительный контроль диаграммы замыканий (развертки) кулачковых контакторов по транспортиру. Цель этой проверки — выявление наличия выработки в кулачковых шайбах, которые затем заменяют новыми. Бракуют также кулачковые шайбы, имеющие трещины. При ремонте в объеме КР-2 все кулачковые шайбы снимают с вала и производят контроль их профиля по шаблонам (рис. 171). Для этого отворачивают стяжную корончатую гайку и затем с помощью съемника вынимают шайбы. Взамен бракованных комплектуют новые шайбы, предварительно запиленные по профильным шаблонам. Затем на вертикальном прессе дорнуют внутренний квадрат кулачковых шайб, после чего размещают шайбы на вал. При этом используют шаблон для правильной установки кулачковых шайб по длине вала, чтобы исключить смещение шайб относительно кулачковых контакторов. После этой операции их затягивают на валу корончатой гайкой.

При необходимости вновь закрепленные на вал кулачковые шайбы протачивают на токарном станке до конструктивного размера по диаметру 152 мм. После установки шайб на вал их подрубают стамеской по профилю для окончательной регулировки диаграммы замыкания. При этом используют транспортир.

Большую шестерню осматривают на наличие трещин и выработки зубьев. Шестерню с трещинами бракуют. При выработке зубьев производят восстановление их электродуговой наплавкой с последующей механической обработкой до конструктивных размеров.

Корпуса, кожухи, перегородки, подшипники. Корпус протирают от пыли, убеждаются в отсутствии трещин, которые встречаются в планах подвески ящика. При наличии трещины ее разделывают и заплавляют электродуговой сваркой. Осматривают войлочное уплотнение, при высыхании и обрывах войлока его заменяют новым. Наружную поверхность корпуса окрашивают битумным лаком БТ-987, внутреннюю — эмалью ГФ-92-ХС или ГФ-92-ХК.

Кожухи протирают, производят осмотр состояния асбестовой изоляции. Деревянные планки на кожухах, как и клицы, контролируют и при наличии сколов или трещин заменяют новыми, пропитав их в натуральной олифе, парафине или льняном (трансформаторном) масле. Замки на кожухах разбирают, детали их ремонтируют. При сборке замков шарнирные соединения смазывают с помощью смазки ЦИАТИМ. Контролируют состояние войлочных и резиновых уплотнений. Проверяют крепление скоб и петель подвески кожухов. Заклепки, которые ослабли, подклепывают. Окраску кожухов производят аналогично окраске корпуса.

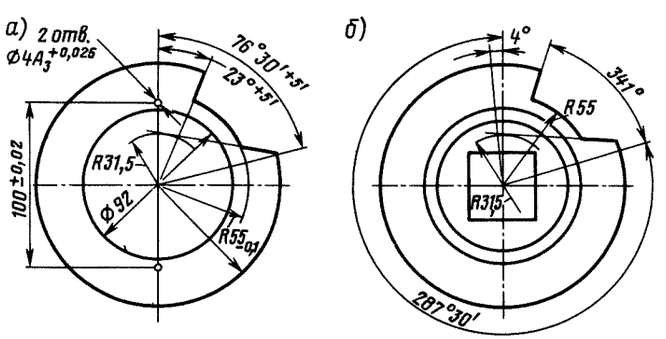


Рис. 171. Шаблон (*а*) для проверки кулачковой шайбы (*б*)

Асбоцементные перегородки осматривают, протирают. При наличии сколов или трещин заменяют перегородку, пропитав новую в трансформаторном масле. Контролируют крепление скоб и угольников на перегородках. Новые перегородки окрашивают эмалью ГФ-92-ХК.

Рейки крепления кулачковых элементов цинкуют. В рамках проверяют состояние резьбы. При срыве резьбы отверстие рассверливают, заваривают, затем размечают, просверливают новое и нарезают резьбу.

При наличии трещин в раме их разделывают и заваривают. Сварочные работы на алюминиевых деталях выполняют в среде аргона.

Неисправные подшипники заменяют новыми.

Трубчатые резисторы, реле, конденсаторы. Их устанавливают на групповых переключателях и ремонтируют на соответствующих участках.

Сборка и внутренний монтаж. Подшипники на валу кулачкового барабана запрессовывают, заложив в них смазку ЦИАТИМ. Вал устанавливают на раму, закрепляют корпуса подшипников. Размещают и крепят рейки крепления кулачковых контакторов, после чего монтируют кулачковые контакторы на рейках. На последних должна быть выбита маркировка монтажных проводов. При установке кулачковых контакторов убеждаются в отсутствии заедания подвижных частей контакторов, а также в наличии установленного разрыва и провала контактов. Разрыв контактов можно регулировать с помощью постановки между изолятором кулачкового контактора и рейкой прессшпановых прокладок толщиной не более 1 мм или опиловкой посадочной поверхности изолятора. Закрепляют в корпусе, устанавливают и монтируют привод. Размещают панели с конденсаторами, резисторами, реле. После этого производят внутренний монтаж аппарата согласно монтажной схеме. Провода и кабели внутреннего монтажа, имеющие поврежденную или потерявшую эластичность изоляцию, заменяют новыми. При монтаже провода располагают свободно, без натяга. В местах их крепления скобами провода изолируют дополнительно.

Запрещается располагать провода близко к месту возможного возникновения электрической дуги. Все наконечники должны быть облужены, а на провода должна быть нанесена четкая маркировка.

Провода силовой цепи на расстоянии 15—20 мм от наконечника очищают от изоляции, в месте обреза последнюю бандажируют на длину 10—15 мм и покрывают бандаж лаком. Правильность внутреннего монтажа сверяют с монтажной схемой. Вручную контролируют правильность замыкания кулачковых контакторов. После этого устанавливают и закрепляют асбестоцементную перегородку и крепят на ящик клицы. Затем закрывают кожухи и после ремонта аппарат испытывают и регулируют.

§ 39. Контроллеры машиниста

На вагонах метрополитена используют контроллеры машиниста КВ-20 (вагон Д); КВ-35 (вагон Е); КВ-40 (вагоны Еж, Ем-508, Ем-509); КВ-66 (вагоны Еж3; Ечс; Ем-508т); КВ-67 (вагон 81-717). Они отличаются друг от друга различной компоновкой однотипных узлов. Так, например, на контроллерах КВ-35, КВ-40, КВ-66, помимо главного и реверсивного валов, смонтирован дополнительно вал разъединителя цепей управления (РЦУ). Кроме того, контроллеры КВ-66 и КВ-67

имеют приводные устройства, отличные от других типов контроллеров.

В процессе эксплуатации в контроллере происходит интенсивный износ храповиков, кулачковых контакторов, блокировок, секторов, фланцев, гнезд реверсивной рукоятки и других деталей.

Перед ремонтом с контроллера снимают кожух, продувают его сжатым воздухом и затем разбирают. Перед этим проверяют диаграмму замыкания кулачковых контакторов контроллера на предмет выявления изношенных кулачковых шайб. Снятые пружины блокировок подвергают контролю на соответствие характеристик. Подшипники, храповик, кулачковые шайбы вынимают специальными съемниками.

Крепежные изделия—болты, винты, гайки, шайбы — цинкуют. Осматривают резьбу, выправляют ее метчиком. Защищают грани болтов, запиливают шлицы на винтах.

Кулачковые шайбы главного вала протирают и осматривают. При наличии сколов, трещин, несоответствии чертежным размерам, несоблюдении развертки их заменяют новыми. Радиальный износ кулачковой шайбы не должен превышать 1 мм на сторону. Новые шайбы изготавливают по профильным шаблонам.

Корпуса барабанов реверсивного и разъединителя цепей управления (РЦУ) протирают и проверяют. При наличии трещин их разделывают, заваривают электродами марки УОНИ и обрабатывают корпуса после заварки до чертежных размеров. При наличии заусенцев на зубьях фиксаторов корпусов барабанов реверсивного и РЦУ зубья запиливают.

Кулачки барабанов реверсивного и РЦУ осматривают и при наличии трещин заменяют новыми.

Шариковые и роликовые подшипники промывают в моечной машине раствором кальцинированной соды и убеждаются в отсутствии дефектов. При наличии дефектов подшипник заменяют новым.

Храповик (рис. 172) осматривают. При износе зубьев его наплавляют электродами ОЗА-300 электродуговым способом. Высота зубьев храповика должна быть: для нулевого положения главного вала не менее 5 мм (у КВ-20 не менее 7,5 мм); для остальных положений не менее 7 мм (у КВ-20 не менее 11 мм).

Блокировки протирают обтирочными концами, увлажненными в керосине и убеждаются в отсутствии выработки роликов, осей, рычагов, а также трещин в рычагах. Ролики и оси с выработкой, рычаги с трещинами заменяют новыми. Выработку в рычагах устраняют электродуговой наплавкой электродами марки ОЗН. При сборке подвижные части блокировок смазывают техническим вазелином. Износ отверстий рычагов,

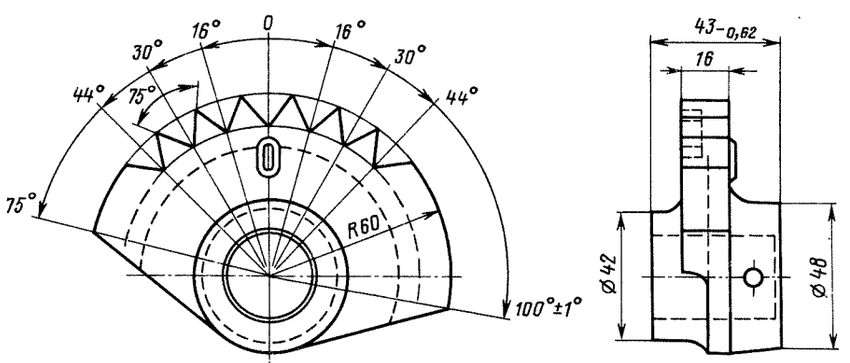


Рис. 172. Храповик контроллера машиниста

выработки блокировочного механизма, фланца-ограничителя реверсивной рукоятки, храповика, фиксатора проверяют соответствующими шаблонами и калибрами.

Корпус аппарата протирают и осматривают. В случае обнаружения трещины ее заваривают или поврежденную деталь металлоконструкции корпуса заменяют новой. Контролируют состояние заклепок в корпусе. Ослабшие заклепки подклепывают. Корпус окрашивают серой эмалью ГФ-92-ХС.

Главную рукоятку циклюют, зачищают шкуркой и покрывают лаком.

Проверяют состояние войлочного уплотнения заднего кожуха. При наличии повреждений его меняют на новое. У переднего кожуха производят осмотр состояния изоляционной склейки и внутренней части. Проверяют замки, при наличии дефектов их заменяют новыми. Кожухи окрашивают эмалью ГФ-92-ХС.

На контроллерах машиниста используют кулачковые контакторы КЭ-42; КЭ-48; КЭ-35Г; КЭ-35Д. Ремонт этих контакторов производят аналогично описанному выше.

Гнездо реверсивной рукоятки проверяют контрольной ручкой (рис. 173). В случае необходимости его восстанавливают наплавкой с последующей механической обработкой.

При сборке подшипники смазывают смазкой ЦИАТИМ-203. Храповик устанавливают на главный вал, выверив их взаимное положение по шаблону. Кулачковые шайбы насаживают на главный вал, при этом по шаблону контролируют правильность их установки по длине вала. Ослабление посадки кулачковых шайб на валу не допускается. После насадки кулачковых шайб на вал они стягиваются корончатой гайкой. Главный вал контролируют на станке и убеждаются в отсутствии биения кулачковых шайб и изогнутости вала. Затем собирают валы реверсивный и РЦУ и запрес-

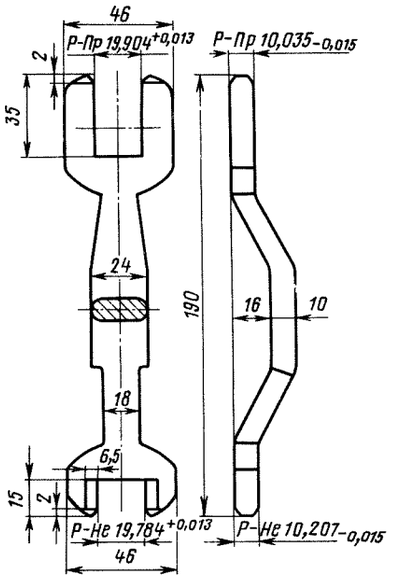


Рис. 173. Шаблон для проверки гнезда реверсивной рукоятки

совывают их на главный вал.

На рейках и кулачковых контакторах, как и на монтажных проводах, должна быть нанесена маркировка. Расстояние между валиками соседних кулачковых контакторов не должно быть менее 2,5 мм. Вертикальное смещение их относительно кулачковых шайб не должно превышать 1,5 мм.

Провода внутреннего монтажа соединяют согласно монтажным схемам. При этом особое внимание обращают на то, чтобы храповик не задевал провода ни в одном из положений вала.

После сборки необходимо, чтобы:

валы в любом положении не имели свободного хода более 2 мм по наружной окружности шайб;

перестановка валов из одного положения в другое проходила плавно, а фиксация позиций была четкой;

перевод реверсивной рукоятки был возможен только при нулевом положении главной рукоятки;

перевод главной рукоятки был возможен только, когда реверсивная

рукоятка находится в положении «Вперед» или «Назад»;

реверсивную рукоятку можно было поставить на вал и снять с него только при его нулевом положении.

После сборки, внутреннего монтажа и контроля диаграммы замыканий контроллер предъявляют ОТК.

§ 40. Резисторы и панели с диодами

Резисторы. В качестве резисторов пускотормозных, вспомогательных цепей ослабления возбуждения и демпферных резисторов используют ящики с фехралевыми элементами типа КФ: КФ-6, КФ-7 (вагоны Д); КФ-47 (рис. 174), КФ-50 (вагоны остальных типов); КФ-10 (вагоны всех типов).

В процессе эксплуатации в резисторах появляются трещины, сколы и выкрашивания изоляторов, деформация держателей элементов, прогар спиралей, разрушается изоляция на стальных шпильках.

Ящики с элементами тщательно продувают от пыли, после чего приступают к разборке. Работы по разборке и сборке этих ящиков производят с помощью пневматического инструмента. Для ускорения работ используют верстак с поворотным столом. С ящиков снимают элементы и перемычки, стойки со стяжными шпильками; разбирают крепежные элементы; выводы, перемычки цинкуют; со стоек вынимают стяжные шпильки и изоляторы. Снятые элементы и изоляторы промывают в моечной машине.

При наличии трещин и сколов изоляторы бракуют. Если повреждены восьмирядные или десятирядные изоляторы внутри элементов, то элементы перебирают. Для этого элемент (рис. 175) помещают в специальный станок с ручным приводом. Спираль закрепляют в гребенках, которые крепятся к станку, и извлекают изоляторы и держатель элемента. Форму держателя выправляют на металлической плите с помощью молотка. Поврежденные изоляторы заменяют новыми и помещают их на держателе внутрь спирали, после чего снимают готовый элемент со станка.

Стяжные шпильки (рис. 176) бракуют при наличии расслоения или повреждения изоляции. Поврежденную изоляцию удаляют со шпильки металлическим скребком, после чего цинкуют шпильку. Последнюю изолируют бакелизированной лакотканью. Изоляцию нарезают по размеру заготовки, затем нарезанные полосы покрывают бакелитовым лаком. После этого полосы нагревают до их размягчения и обертывают ими шпильку до получения чертежного диаметра (17 мм).

Затем шпильку помещают в станок, где ее накатывают специальными вальцами, потом выпекают в печи при температуре 180 °С, причем время выдержки 40—45 мин на каждый миллиметр толщины изоляции. После окончания работ в случае необходимости шпильку торцуют на токарном станке.

Крепежные изделия осматривают, убеждаются в отсутствии дефектов и цинкуют. Контактные части элементов зачищают стеклянной шкуркой. Перемычки, выводы визуально проверяют и отправляют на гальваническую обработку. Стойки покрывают битумным лаком БТ-987.

Сборку стоек со шпильками осуществляют на специальном столе. На нем имеются пазы, в которые вставляют шпильки. На последние в соответствии с чертежом одевают стойки и фарфоровые изоляторы. После сборки на шпильки навертывают гайки, не затягивая их. Затем стойки со шпильками снимают со специального стола и транспортируют на верстак для окончательной сборки ящиков. На шпильки закрепляют элементы. При этом необходимо следить, чтобы номинальное сопротивление устанавливаемого элемента соответствовало монтажной схеме. На вагонах метрополитена применяют резисторы КФ

восьми характеристик, которые отличаются друг от друга параметрами спирали (толщина, ширина, число витков), изоляторами (восьмирядные (рис. 177) или десятирядные) и др. Номинальное сопротивление элементов колеблется от 0,12 до 2,00 Ом.

Между элементами согласно монтажной схеме устанавливают перемычки и закрепляют их болтами. В случае необходимости выводы приваривают к спирали элементов. После сборки гайки стяжных шпилек затягивают и размещают ящики для проверки в том же порядке, в каком они помещены на вагоне.

Кроме резисторов КФ, на вагонах метрополитена применяют трубчатые проволочные эмалированные резисторы ПЭ, ПЭВ и ПЭВР. Они объединены в ящики ЯС-6, ЯС-25 (вагоны Д); ЯС-24 (вагоны Е); ЯС-35 (вагоны Ежс, Еж3); ЯС-44 (вагоны Ежса, 81-717, 81-714); панели ПС-69 (вагоны Еж3, 81-717), ПС-80 (вагоны 81-717, 81-714), а также установлены на ряде других электрических аппаратов. При сборочно-разборочных работах применяют пневматические гайковерты малой мощности, что значительно повышает производительность труда по сравнению с работой ручным инструментом: отвертками, гаечными и торцовыми ключами.

Трубчатые резисторы осматривают визуально и убеждаются в отсутствии повреждений слоя глазури, обрыва выводов, целостности ползунов; с помощью моста постоянного тока контролируют омическое сопротивление резисторов на соответствие чертежам и монтажным схемам. Отпаявшиеся выводы припаивают к лапкам резисторов медно-фосфористым припоем ПМФ. Для нанесения эмали трубку резистора насаживают на металлический стержень, помещают в муфельную печь и накаливают при температуре 850—900 °С до красного цвета. Вынув резистор из печи, его осыпают порошком стеклоэмали, равномерно

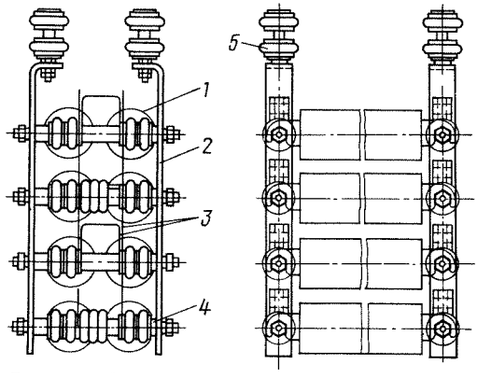


Рис. 174. Ящик с резисторами КФ-47:
1—резистор; *2*—стойка; *3*—скоба соединительная; *4*—стяжная шпилька; *5*—подвеска

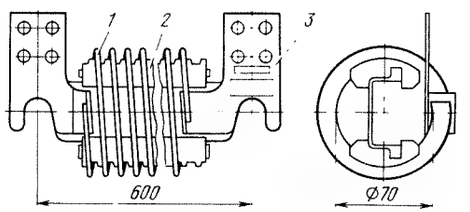


Рис. 175. Резистор типа КФ:
1—спираль; *2*—изолятор; *3*—вывод

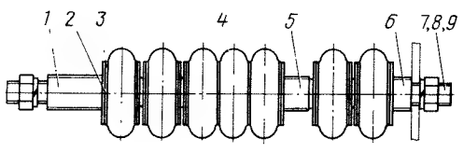


Рис. 176. Шпилька изолирующая ящика КФ-47:
1, 5, 6—трубки; *2, 3* -шайбы; *4*—изолятор; *7*—шпилька; *8*—гайка; *9*—шайба пружинная

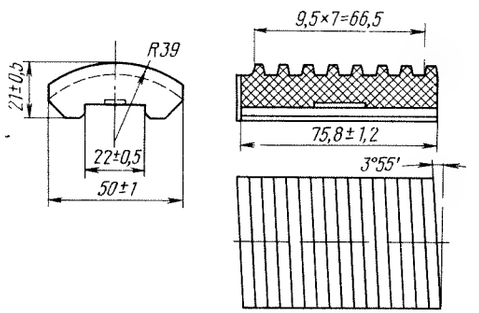


Рис. 177. Восьмирядный изолятор резистора

вращая под противнем. Покрытие прекращают, когда эмаль на трубке перестает оплавляться.

Затем трубку помещают в печь на 1,5—2 мин для полного оплавления эмали. Операции присыпки и нагрева контролируют 2—3 раза. После последнего обжига трубку со стержнем кладут на подставку и охлаждают до температуры окружающей среды. Затем очищают выводные концы трубки от эмали на железной плите при помощи молотка. Эмалированные трубки тщательно проверяют на соответствие нормам.

Для намотки резисторов на токарном станке закрепляют специально предназначенные для этой операции приспособление и оправку. На стойку крепят катушку с константановой или нихромовой проволокой необходимого диаметра. Последнюю заправляют в направляющие ролики специального приспособления, регулируют натяжение ее и наматывают 2—3 пробных резистора, после чего контролируют их сопротивление. При этом допускается отклонение сопротивления от заданного значения на 10 %.

При необходимости регулируют шаг намотки и мотают остальные резисторы партии. После намотки изготавливают и припаивают выводы к трубке, затем их эмалируют и собирают резисторы. После сборки и контрольных замеров трубки ставят на аппарат.

Корпус ящика или панель протирают от пыли.

Осматривают корпус и убеждаются в отсутствии трещин, в случае необходимости трещину разделывают и заваривают с последующей механической обработкой. Крепежные детали, шины, контактные пластины направляют в гальваническое отделение для оцинковки рам.

Основание, дно ящика и внутренние поверхности крышек окрашивают эмалью ГФ-92-ХС. Изоляционные панели осматривают и убеждаются в отсутствии трещин, сколов, изломов и других дефектов, нарушающих их целостность. При наличии дефектов панель заменяют новой. Вновь изготовленные асбоцементные и текстолитовые панели пропитывают в масле.

Производят осмотр состояния клеммовых реек, перемычек, шин внутреннего монтажа, фарфоровых бус. Проверяют качество полуды. В случае излома перемычек их заменяют. Новые перемычки изготавливают из медной проволоки с разметкой длины по макету, установкой фарфоровых бус, загибкой колес с последующим лужением.

После ремонта деталей аппарат собирают, производят внутренний монтаж в соответствии со схемой. На рейки с зажимами и провода должна быть нанесена маркировка.

На ЯС-6, кроме трубчатых, имеются проволочные резисторы. У таких элементов бывают случаи поломки ребристых изоляторов, обрыв константановой проволоки. Новые изоляторы крепят к держателю на гипсе, а проволоку наматывают на элемент на намоточном станке, помещая ее в пазы изоляторов и регулируя при этом натяжение проволоки.

Панели с диодами. На вагонах применяют диоды ВЛ-10, В-10, Д-205 и Д-13. Панели с диодами демонтируют, снимают провода внутреннего монтажа, диоды. Изоляционную панель протирают и визуально осматривают. При обнаружении трещин, изломов и других дефектов, нарушающих целостность панели, ее заменяют новой. Новую панель изготавливают по шаблону. Производят внешний осмотр диодов. При изломах выводов, наличии трещин в корпусе и выплавлении олова из корпуса диод бракуют.

Наконечники выводов облуживают. Диоды, не имеющие внешних повреждений, контролируют с помощью комбинированного прибора (Ц-56; Ц-57; Ц-4312; Ц-1713 или др.) путем измерения электрического сопротивления диода в прямом (проводящем) и обратном (непроводящем) направлениях. Затем панели собирают, устанавливают (крепящие) угольники, крепят и подключают диоды. Готовые панели с диодами проверяют на испытательном стенде. Прозвонку поездных проводов выполняют также при выдвинутых контактных пальцах в обеих ЭКК.

Выборочно прозванивают вагонные провода цепей управления, особенно тщательно провода между ЭКК и рейкой с зажимами и провода кабины машиниста. Убеждаются также в отсутствии замыканий вагонных проводов на корпус вагона.

Испытания электрической прочности и замеры сопротивления изоляции. Контроль сопротивления изоляции на вагоне осуществляют мегаомметром до спуска вагона на тележки. При проверке определяют сопротивление изоляции силовой цепи (без тяговых электродвигателей), управления и вспомогательных, поездных проводов, корпусов электроаппаратов относительно корпуса вагона; сопротивление изоляции силовой цепи относительно цепей управления и вспомогательных и относительно корпусов электроаппаратов; сопротивление изоляции цепей управления и вспомогательных относительно корпусов электроаппаратов; сопротивление изоляции поездных проводов относительно друг друга.

Измерение сопротивления изоляции осуществляют два раза до и после испытания электрической прочности изоляции электрооборудования.

Эти испытания производят переменным напряжением частотой 50 Гц в течение 1 мин.

Значения напряжения относительно корпуса:

для силовых цепей — 2000 В для КР-1 и 2500 В для КР-2;

для цепей управления — 1200 В для КР-1 и 1500 В для КР-2;

для кожухов электроаппаратов — 2000 В.

Сопротивления изоляции должны быть не меньше указанных ниже.

Наименование цепей	Сопротивление изоляции, МОм
Силовые цепи относительно корпуса вагона	20,0
Поездные провода относительно друг друга	2,5
Цепи управления и вспомогательные цепи относительно корпуса вагона	2,0
Корпуса электроаппаратов относительно корпуса вагона.	3,0
Силовые цепи относительно цепей управления и вспомогательных	10,0
Силовые цепи относительно корпусов электроаппаратов	20,0
Цепи управления и вспомогательные цепи относительно корпусов электроаппаратов	5,0

После спуска на тележки и контрольного осмотра инспекцией Службы подвижного состава отремонтированный на заводе вагон подвергают испытанию — обкатке на обкаточном стенде.

§ 41. Реле и аппараты защиты, катушки

Реле. Электромагнитные реле, служащие для защиты электрических цепей подвижного состава, а также для обеспечения необходимых процессов управления работой цепей, конструктивно объединяют на ЭПС метрополитена в ящиках или на панелях.

На вагонах Е установлен ящик с реле ЯР-13А, на вагонах Еж дополнительно к ЯР-13А — панель с реле ПР-111. На вагонах Еж3 размещены два ящика реле ЯР-13Д и ЯР-21, а на вагонах 81-714 — ящики ЯР-13И и ЯР-37. Вагоны 81-717 имеют ящики ЯР-13Ж, ЯР-27 и дополнительно панели с реле ПР-125, ПР-124, а вагоны Д — ящик реле ЯР-10. В то же время некоторые реле, такие как реле ускорения на вагоне Д, реле защиты преобразователя на вагонах 81-717, 81-714, а также реле реверсировки, находятся на дру-

гих аппаратах, что сделано для удобства монтажа. На вагонах метрополитена применяют реле РМ-3000, Р-3100, Р-52, Р-54, Р-3150, РМ-3001, Р-40, Р-3105, Р-53, а также РЭВ-811, РЭВ-812, РЭВ-814, РЭВ-816, РЭВ-821, РЭВ-825, РЭВ-827, РЭВ-830.

Частые срабатывания реле приводят к износу и излому их механических частей. Работа на разрыв тока, который временами достигает значения 1000 А и более (реле перегрузки), возникающая при этом электрическая дуга влекут за собой сильный перегрев токопроводящих частей, сплавление металлических деталей, разрушение изоляции и т. д.

Ящики и панели с реле в начале ремонта продувают сжатым воздухом. Затем снимают шины внутреннего монтажа, а также демонтируют провода, отсоединяя их от реек с зажимами, катушек и контактов реле. При отвертывании винтов, особенно от реек с зажимами, целесообразно использовать малогабаритный пневматический или электрический (с питающим напряжением не более 36 В) инструмент со сменными насадками под шлицы винтов. После демонтажа проводов с ящика реле снимают отдельные панели, а также рейки с зажимами и клицы. Детали промывают и протирают.

Корпус ящика осматривают и убеждаются в отсутствии трещин. При наличии трещин их заваривают. Проверяют состояние крючков, скоб и валиков подвески кожухов, ослабленные заклепки подклепывают. Контролируют состояние войлочного уплотнения, выправляют направляющие желоба при наличии помятости. В случае высыхания уплотнения его заменяют, приклеивая новое бакелитовым лаком. Внутреннюю поверхность корпуса окрашивают эмалью ГФ-92-ХС.

Рейки с зажимами разбирают на отдельные изоляторы, отвернув винты. Последние проверяют на целостность резьбы. Изоляторы промывают, осматривают и убеждаются в отсутствии трещин и сколов. Изоляторы, имеющие дефекты, заменяют новыми.

Кожухи протирают, осматривают состояние асбестовой изоляции. При наличии трещин асбест заменяют новым. Детали замков промывают, производят осмотр, при наличии трещин заменяют новыми. Внутреннюю часть кожухов окрашивают эмалью ГФ-92-ХС.

Провода внутреннего монтажа контролируют, при наличии разрушенной или потрескавшейся изоляции их заменяют новыми. Наконечники проводов облуживают в лудильной ванне припоем ПОС-30. При изготовлении новых проводов длину определяют по макетам, имитирующим необходимый аппарат. После отрезки проводов на них напаивают наконечники и собирают провода в пучки.

Все крепежные детали подают в гальваническое отделение для оцинковки. Гетинаксовые и текстолитовые *панели* промывают, а асбестоцементные протирают и подкрашивают битумным лаком или эмалью ГФ-92-ХК. При наличии на панелях трещин, сколов или прожогов панели заменяют новыми.

Резисторы, диоды, имеющиеся на панелях в реле, ремонтируют в порядке, описанном выше.

Ремонт реле начинают со снятия пломб. Отворачивают регулировочные гайки, снимают пружины и пружинодержатели. Проверяют состояние регулировочных шпилек, при износе их заменяют новыми. Снимают якоря, ограничители хода якорей, контактные группы с контактами, изоляторы, катушки с изоляционными цилиндрами, магнитопроводы. Якоря, текстолитовые колодки, контактные мостики, изоляторы, кронштейны, стойки, магнитопроводы и другие детали осматривают и убеждаются в отсутствии трещин. При наличии трещин их заваривают или заменяют детали.

Контролируют наличие и состояние серебряных напаек на контактных мостиках, болтах, шпильках, якорях и магнитопроводах. При толщине контактов меньше допустимого значения на контактно-сварочной машине МС-1202 напаивают новые контакты, предварительно удалив старые. Контакты, толщина и состояние которых находятся в пределах норм, зачищают стеклянной шкуркой. Регулировочные и возвратные пружины визуально осматривают и при отсутствии внешних дефектов направляют на испытания. Пружинодержатели цинкуют. Изоляционные детали протирают и убеждаются в отсутствии трещин.

Проверяют состояние резьбы в отверстиях, на болтах, шпильках и стойках, при необходимости прогоняют резьбу. Шлицы и грани крепежных деталей запиливают. Крепежные детали цинкуют. Контролируют состояние валика панели реле перегрузки, при износе его восстанавливают электродуговой наплавкой с последующей механической обработкой. Хвостовики реле перегрузки, реле заземления и возврата осматривают и убеждаются в отсутствии трещин и сколов. При наличии дефектов хвостовики заменяют новыми.

Проверяют состояние штифтов, выработанные и погнутые заменяют новыми. Все контактные поверхности тщательно зачищают напильником или стеклянной шкуркой. Убеждаются в отсутствии выработки пластин контактных мостиков. При наличии выработки их заменяют новыми. Если на выработанной пластине напаянные серебряные контакты соответствуют нормам, то допускается перепайка контактов со старой пластины на новую.

После ремонта всех деталей, включая катушки, реле собирают. Сердечники катушек изолируют цилиндрами для создания выдержки времени. На сердечники одевают катушки. В каркасы катушек реле времени вставляют медные цилиндры. Собранные сердечники с катушками закрепляют на магнитопроводах, а последние — на панелях. Собирают и крепят контактные группы якоря реле, а на якоря устанавливают диамагнитные пластины для устранения «прилипания» к сердечнику.

Размещают ограничители хода якорей. Собирают и укрепляют регулировочные пружины с пружинодержателями, устанавливают и наворачивают регулировочные винты и гайки. Выводные концы катушек маркируют в соответствии с монтажными схемами.

Собранные панели с реле подготавливают к установке на соответствующий ящик реле. Во избежание повторной разборки необходимо еще до установки панелей с реле в ящик убедиться в соблюдении норм и допусков, а также удостовериться в том, что все движущиеся части реле свободно перемещаются и не происходит трения подвижных частей о неподвижные. Регулировку реле также осуществляют до установки панелей в ящиках.

Изоляторы реек с зажимами одевают на шпильки и стягивают гайками. Собранные рейки закрепляют винтами на кронштейных ящиках. Устанавливают в ящик и закрепляют болтами панели с реле, а также монтажные шины. Затем в соответствии с монтажной схемой ставят перемычки внутреннего монтажа. Последние вместе с рейками маркируют. После сборки и внутреннего монтажа на корпусе закрепляют болтами клицы, а после проверки схемы ящика устанавливают кожухи.

Допустимые растворы и провалы блок-контактов, толщины серебряных контактов и другие параметры приведены в табл. 18.

Катушки электроаппаратов. Силовые токовые катушки реле перегрузки, реле ускорения и торможения, токового реле, реле контроля тормозного тока и др. протирают и убеждаются в отсутствии трещин, ослабления креплений выводных концов. Последние облуживают припоем ПОС-30. При наличии трещин

Таблица 18

Тип реле	Раствор блокировочных коитактов, мм	Провал блокировочных коитактов, мм	Толщиина серебряного коитакта, не менее, мм	Зазор между стойкой и отверстием, не более, мм	Нажатие на контакты, не меиее, Н
Реле перегрузки:					
РП-18	2—6	3	1	0,3	2—3
РМ-3001	2—8	3	1	0,3	1,1—2,65
Нулевое реле Р-3150	5—7	2—3	1	0,3	3—3,6
Реле ускорения и торможения:					
Р-40В	1,5—3,0	—	1,5 (подвижной) 1,7 (неподвижный)	—	1,2—1,5
Р-52В	2,0—3,5	—			
Реле контроля тормозного тока (РКТТ) Р-53	2,5	—	—	1,5	0,8
Токовое реле (РТ-2) Р-53	2,5	—	1,5	—	0,8
Реле времени №1, №2, №3; реле времени торможения (РВ1, РВ2, РВ3, РВТ) Р-8100	5—8	2—8	1,0	0,3	2—3
Реле резервного пуска (АРП) Р-3102	5—8	2—3	1,5 (замыкающих) 1,0 (размыкающнх)	0,5	1,7—2,5
Реле педали безопасности, реле времени №3 (РПБ, РВ3) РЭВ-812	4	3	1,5	—	1
Реле времени №2, реле времени торможения, реле времени «Ход-Тормоз» (РВ2, РВТ, РВХТ) Р-54Б	6—8	2,5—3	1,5	—	1,7—2,5
Реле перехода, стоп-реле, реле ручного торможения, реле реверсировки ($Р_{пер}$, СР-1, РРТ, РР) Р-8000	9—11	2—3	1,5	0,5	2—3

в местах пайки эти места пропаивают. Витки катушек поправляют и контролируют межвитковое расстояние. Силовые катушки окрашивают изоляционным лаком № 447 (ВТ-987).

Катушки реле, электромагнитных контакторов, электромагнитных вентилей, включенные в цепи управления и питающиеся от аккумуляторной батареи вагона, протирают марлевыми концами, осматривают и замеряют омическое сопротивление с помощью измерительного моста и сопротивление изоляции с помощью мегаомметра. Катушки с поврежденной изоляцией, перегоревшими проводами, ослабленными бандажами, заниженным сопротивлением изоляции (допускается не менее 3 МОм), отклонениями омического сопротивления более чем на ±8 % от номинала — бракуют. В зависимости от степени отклонения катушки от нормы производят ремонт или изготавливают новую катушку.

Для ремонта выводные концы катушки очищают с помощью ножа и пассатижей от высохшей изоляции. Затем нарезают заготовки из лакоткани и полихлорвиниловые трубки. Выводные концы катушки изолируют двумя слоями лакоткани вполуперекрышу. Изоляцию на краях выводов бандажируют особо прочными нитями, а затем стеклянным шнуром. Полихлорвиниловые трубки надевают на выводные концы, разрезав трубки вдоль с одного конца на длину 5—7 мм. Затем выводы с трубками

прибандажировывают к корпусу катушки особо прочными нитями. Накладывают корпусную изоляцию — один слой прессшпана и бандажируют. После изолировки катушку красят асфальтовым лаком. Когда лак высохнет, замеряют сопротивления катушки (допускаемое отклонение ±8 % от номинала) и изоляции (не менее 3 МОм). Выводы облуживают.

Для новой катушки (рис. 178) изготавливают каркас, на который надевают изоляционные шайбы и изолирующий миканитовый цилиндр. После изолировки каркас развальцовывают. Изготавливают выводы катушки из провода ПЩ. Выводы изолируют лакотканью, на краях ее крепят особо прочными нитями. Затем на изолированный вывод накладывают шнур-чулок. Бабину с обмоточным проводом ПЭВ-1 устанавливают и закрепляют на намоточном станке-полуавтомате ПР-159М.

Провод запасовывают от бабины через направляющие ролики к каркасу катушки, включают станок и начинают намотку катушки. При этом необходимо следить за тем, чтобы намотка шла ровно, без бугров. Через каждые 4—6 слоев прокладывают один слой телефонной бумаги. В конце намотки оставляют канавки под укладку выводов, недомотав несколько витков.

Обмоточный провод отрезают и закрепляют тафтяной лентой. Концы проводов зачищают стеклянной шкуркой, окручивают и паяют припоем ПОССу-40 электропаяльником с питающим напряжением 126 В. После намотки производят контрольный замер сопротивления катушки. Затем катушку обертывают одним слоем тафтяной ленты. Выводы скручивают с обмоткой катушки и опаивают места соединений припоем ПОССу-40.

Места спайки обертывают лакотканью и крепят к корпусу катушки особо прочными нитями. Вновь замеряют сопротивление катушки и накладывают тафтяную ленту: один

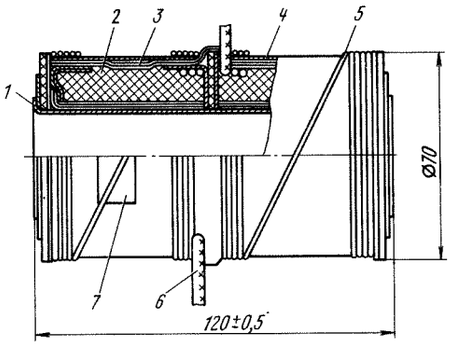


Рис. 178. Катушка контакторов МКИ-150, ДБ-928:
1—каркас; *2*—обмотка; *3*—лента тафтяная; *4*—электрокартон; *5*—нить кордовая; *6*—провод выводной; *7*—таблица обмоточных данных

слой вполуперекрышу. Затем нарезают электроизоляционный картон (прессшпан) и оборачивают катушку в один слой. Катушку бандажируют особо прочными нитями.

Из медной ленты вырезают заготовку маркировочной таблички, выбирают на ней номер чертежа изготавливаемой катушки, обмоточные данные, год выпуска. Табличку прибандажировывают к катушке особо прочными нитями. Катушку и выводы окрашивают асфальтовым (битумным) лаком. После его высыхания производят окончательные замеры омического сопротивления катушки и сопротивления ее изоляции.

Дугогасительные катушки, имеющие оплавления витков до 3 % площади сечения шины, зачищают. При большем оплавлении катушки восстанавливают наплавкой медью с последующей механической обработкой.

Главные предохранители. На вагонах метрополитена применяют главные предохранители ЯП-13 (вагоны Д, Е), ЯП-55 (вагоны Еж3) и ЯП-57 (вагоны 81-717, 81-714). Ящик ЯП-13 продувают от пыли сжатым воздухом, открыв крышку. Вынимают медные плавкие вставки. Дугогасительные катушки снимают с держателем клина при обнаружении плохой пропайки и лужения выводных концов. Дугогасительную

камеру вынимают, зачищают стеклянной шкуркой и осматривают. При наличии трещин их замазывают мелкой асбестовой крошкой, разведенной в глифталевом лаке. В случае когда восстановление планок или боковых стенок камеры невозможно, детали заменяют новыми. Миканитовую изоляцию на верхних и нижних полюсах подклеивают щеллачным лаком. При обрыве и разрушении миканитовых прокладок их меняют на новые. Выводы дугогасительной катушки облуживают припоем ПОС-30 с канифолью.

Ящик и крышку проверяют, убеждаются в отсутствии сколов и трещин. С внутренней стороны ящик окрашивают эмалью ГФ-92-ХС, с наружной — битумным лаком. Зажимы кабеля, клинья, полюсные шайбы промывают, осматривают, запиливают заусенцы и подвергают гальванической обработке. При наличии трещин в корпусе их заваривают. Новые плавкие вставки (рис. 179) вырезают по шаблону и на штампе пробивают отверстие. Производят осмотр и прогоняют резьбу в гнездах запора крышки, клиньях зажимов вставки, на зажимных болтах, а также болтах подвески ящика. Шпильки с выработками или сорванной резьбой восстанавливают наплавкой или заменяют новыми. Клицы с трещинами, сколами и другими дефектами также меняют на новые.

После ремонта ящик с главным предохранителем собирают. При этом необходимо обеспечить: плавность движения контактных зажимов; плотное прилегание и надежное крепление концов плавкой вставки; плотное прилегание полюсных наконечников к дугогасительным катушкам; перемещения их внутри катушек не допускаются.

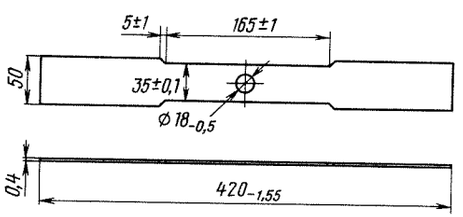


Рис. 179. Плавкая вставка главного предохранителя ЯП-13

Ящики с главными предохранителями ЯП-55 и ЯП-57 отделяют от панелей, на которых расположены предохранители. Осматривают состояние резьбы на контактных зажимах; при срыве резьбы отверстие заплавляют, рассверливают и нарезают новую резьбу. Убеждаются в отсутствии трещин, сколов и других повреждений изоляционных панелей. При наличии повреждений последние заменяют новыми. Осуществляют осмотр и ремонт замков на кожухах, при необходимости подклепывают заклепки крепления замков. Замки и петли смазывают смазкой ЦИАТИМ. При обнаружении поврежденных и отклеившихся резиновых прокладок на крышках аппаратов их проклеивают, а при необходимости заменяют новыми. Ящики окрашивают: изнутри — эмалью ГФ-ХС, снаружи — черным лаком БТ-987. Главные предохранители марки ПНБ заменяют новыми в случае наличия трещин или изломов в фарфоровым корпусе.

Щитки и ящики с плавкими предохранителями. Ремонт ящика с высоковольтными предохранителями ЯП-51 (вагон Е) начинают с открытия крышки ящика и снятия предохранителей. Далее снимают изоляционную панель, убеждаются в отсутствии дефектов, затем панель промывают.

Заменяют треснувшие перегородки между секциями ящика. Замки для крепления предохранителей проверяют на соответствие чертежу, заменяют сломанные замки, замеряют расстояние между соответствующими замками; внутреннюю поверхность ящика окрашивают эмалью ГФ-92-ХС.

При ремонте блоков предохранителей БП-1 (вагон Еж), ВП-12 (вагон Еж3), ВП-15 (вагоны 81-717, 81-714) в первую очередь вынимают предохранители из пластмассовых коробок. Последние отделяют от металлических крепящих планок. Коробки и основания протирают хлопчатобумажными концами, увлажненными в керосине. Заменяют основания и крышки, имеющие сколы и трещины, новыми. Осматривают и при необходимости ставят новые замки и панели.

Ремонт ящиков с предохранителями ЯП-24 (вагон Д) производят аналогично ремонту ЯП-51.

Технология ремонта щитков с низковольтными предохранителями ГЩ-5 и ГЩ-6 аналогична технологии ремонта ящиков с высоковольтными предохранителями. При ремонте ГЩ между отдельными зажимами устанавливают перемычки внутреннего монтажа в соответствии с монтажными схемами. На внутренней стороне крышки ГЩ должна быть табличка с изображением монтажной схемы щитка.

С фибровой трубки плавкого предохранителя снимают контактные колпачки. Из трубки вынимают асбестовое волокно и изолирующие асбестовые шайбы. Мраморную крошку просеивают через мелкое сито, освобождая ее от металлических и других включений. Затем крошку сушат в печи при температуре 50—60 °С в течение 1 ч.

Контактные колпачки распаивают, очищают от остатков плавкой вставки. Фибровая трубка, имеющая сколы, трещины и другие дефекты, подлежит замене на новую. Трубку, у которой разработаны отверстия под винты крепления колпачков, разрешается использовать, просверлив новые отверстия под углом 90° к существующим. Изготавливают новую плавкую вставку и облуживают припоем ПОССу-40. Колпачки осматривают, негодные заменяют новыми, годные сортируют по номиналам.

Далее предохранители собирают. В случае слабой посадки колпачка подматывают телефонную бумагу и закрепляют его винтами. После сборки контролируют целостность плавкой вставки с помощью контрольной лампы напряжением 12 В. На трубке собранного предохранителя масляной краской пишут дату и место ревизии, а также наносят цветовую маркировку синей или красной эмалью.

После проверки конструктивных размеров и внешнего вида предохранители испытывают на стенде неразрушающего контроля.

Автоматические выключатели АВ-1, АВ-8. Автоматические выключатели вспомогательных цепей продувают сжатым воздухом, предварительно сняв крышку. Снимают дугогасительную камеру, шунт, контакты, привод, отключающую и осевые пружины, якорь, катушку. В случае если разница в диаметрах втулки в рукоятке и валика превышает 0,3 мм, производят втулочный ремонт рукоятки. Гибкий шунт при обрыве жил более 3 % заменяют новым. Наконечники шунта и катушки облуживают припоем ПОС-30.

Перегородки и стенки дугогасительной камеры, имеющие трещины, изломы, прожоги глубиной более 4 мм, заменяют новыми. Места подгаров на стенках и перегородках зачищают шлифовальной шкуркой. При необходимости восстанавливают защитное покрытие якоря, стойки катушки, регулировочного винта способом цинкования. Якорь, имеющий трещины, заменяют новым. Крепежные детали цинкуют.

Снимают рабочие характеристики пружин. Изолирующие фибровые шайбы, имеющие сколы или трещины, заменяют новыми. Катушку, имеющую трещины в обмоточном проводе, а также сердечник с поврежденной изоляцией (расслоения, прожоги и др.) заменяют новыми. Ремонт катушек автоматических выключателей в условиях ремонтного завода не производят. Годную к эксплуатации катушку окрашивают черным лаком. Рукоятку привода заменяют новой при обнаружении трещин и сколов.

Пластмассовые крышку и основа-

ние осматривают и убеждаются в отсутствии трещин. При наличии трещин в крышке ее заменяют новой. Если имеют место трещины в основании, бракуют и меняют весь аппарат. Толщина контактов у пятки должна составлять не менее 8 мм. При большем износе контакты заменяют новыми. Дугогасительный рог и контактодержатель подвижного контакта восстанавливают наплавкой с последующей механической обработкой до чертежных размеров.

После сборки автоматический выключатель подвергают испытаниям.

Автоматические выключатели АК63-1М. Такие выключатели установлены на вагонах 81-717, 81-714. Полный ремонт выключателей с разборкой, проверкой и заменой катушек, а также заменой и зачисткой контактов и регулировкой осуществляют в лабораторных условиях.

При заводском ремонте выключатели АК63-1М промывают вместе с панелями. Зачищают выводы, предназначенные для подсоединения проводов. Контролируют и цинкуют крепежные детали. Проверяют фиксацию выключателя во включенном и отключенном положениях и при необходимости фиксируют выключатель, сняв заднюю стеклотекстолитовую крышку. Треснувшую крышку заменяют новой. Затем выключатели испытывают на стенде. Выключатель, не прошедший испытание, заменяют и направляют в лабораторию для ремонта.

§ 42. Ящики с индивидуальными контакторами и электромагнитные вентили

На вагонах всех типов применяют индивидуальные контакторы с электропневматическими и электромагнитными приводами. Электропневматические контакторы ПК-162 объединяют в ящиках ЛК-753Б и ЛК-753В на вагонах Д; ЛК-755 — на вагонах Е, Еж, Ем-508, Ем-509; ЛК-756 — на вагонах Еж3, Ем-508Т, 81-717, 81-714. Электромагнитные контакторы подразделяют по их использованию в схеме на контакторы цепей силовой и управления, а также вспомогательных цепей. Электромагнитные контакторы силовой цепи КПД-113 и КПП-113 располагают в ящиках ЯК-31 на вагонах Е, Еж, Ем и в ЯК-37 на вагонах Еж3, Емт, 81-717, 81-714. В этих же ящиках расположены электромагнитные контакторы цепи управления КПД-121 (на вагонах Е, Еж, Ем) и КПД-110 (на вагонах Еж3 Емт, 81-717, 81-714).

Электромагнитные контакторы вспомогательных цепей МКИ-150 и ДБ-928 находятся в ящиках ЯК-4 (вагоны Д, Е, Еж, Ем, Еж3) и ЯК-33 (вагоны Д наземных линий), КПП-110 — в ящиках ЯК-36 (вагоны Емт, 81-717, 81-714).

Ящики с электропневматическими контакторами. С ящика с контакторами снимают переднюю и заднюю крышки и продувают от пыли сжатым воздухом в продувочной камере. Наружную поверхность ящика протирают обтирочными концами, увлажненными в керосине. С контакторов извлекают дугогасительные камеры и промежуточные асбестоцементные перегородки. Отсоединяют силовые и блокировочные провода внутреннего монтажа. С держателей снимают блокировочные пальцы, с контакторов — держатели пальцев и блокировочных контактов (блок-колодки), а также электропневматические контакторы, электромагнитные вентили, детали воздухопровода и пневмопривода, клицы.

Внутренние стенки корпуса ящика и задней крышки протирают обтирочными концами, увлажненными в керосине. При обнаружении поврежденной изоляции ящика эти места оклеивают листовым асбестом и хлопчатобумажной лакотканью. При склеивании используют глифталевый лак. Угольник подвески ящика к вагону, крючки, петли осматривают. Разделывают и заваривают

обнаруженные трещины, подклепывают ослабленные заклепки.

Контролируют работу замков, при необходимости их разбирают, детали восстанавливают (или заменяют новыми) и вновь собирают. При разборке детали замков промывают, неразобранные замки протирают. В обоих случаях подвижные детали замков смазывают. При обрывах и высыхании войлочного уплотнения последнее вынимают из пазов ящика и заменяют новым. Внутренние стенки ящика и задней крышки окрашивают эмалью ГФ-92-ХС.

При ремонте переднего щита особое внимание обращают на состояние асбестоцемеитных перегородок гасительной камеры. На перегородках не допускаются сколы в местах их крепления, трещины и глубокие риски. Бракованные перегородки заменяют новыми. Внутреннюю часть переднего щита, как и всего ящика, окрашивают эмалью ГФ-92-ХС.

Ремонт крепежных деталей производят по общей технологии, аналогично крепежным изделиям других аппаратов: осмотр, отбраковка, цинкование, зачистка граней, запиловка шлицев, при необходимости восстановление резьбы.

Держатели блокировочных пальцев протирают и промывают, проверяют крепление планок к держателям, при необходимости устраняют проворот винтов, крепящих планки. Контактные поверхности блокировочных пальцев зачищают шлифовальной шкуркой. Изношенные пальцы заменяют, восстановление их наплавкой запрещается Правилами ремонта моторвагонного подвижного состава метрополитенов. При определении износа пальцев руководствуются положением, согласно которому линия контакта пальца с медным сегментом блок-колодки должна составлять не менее 75 % ширины пальца. Держатель пальцев окрашивают глифталевым лаком. Перед постановкой на держатель пальцы предварительно контролируют вручную на предмет сохранения ими пружинных свойств.

Блок-колодки зачищают шлифовальной шкуркой или напильником, убеждаются в отсутствии трещин, сколов, отслоений текстолита. Замеряют толщину текстолита и медных сегментов. При износе сегмента в любой его точке до толщины, меньшей 3,5 мм, его заменяют новым, при меньшем износе запиливают до получения ровной поверхности. Головки винтов, крепящих сегменты к колодке, должны быть утоплены в тело сегмента иа глубину 0,5—2 мм и в рабочем положении аппарата не должны находиться под контактной поверхностью пальца.

Контакторы ПК-162 разбирают, снимают с контактодержателей контакты, шунты. Пружины испытывают на соответствие характеристикам, заданным в чертежах. Снимают контактодержатели, извлекают и разбирают пневмоприводы. При разработе втулок в рычагах приводов заменяют втулки новыми. Проверяют состояние тарельчатых пружин и кожаных манжет. Пружины, имеющие трещины, изломы и другие дефекты, заменяют новыми.

Манжеты должны быть эластичными с ровными гладкими краями, не должны расслаиваться и ломаться при перегибе их на 180°. При несоответствии этим условиям манжеты бракуют. Годные манжеты прожировывают в прожировочной массе № 40 при температуре 60 °С в течение 24 ч, затем в течение такого же времени сушат на воздухе, после чего смазывают манжеты тонким слоем смазки ЦИАТИМ. Цилиндры приводов промывают. При наличии на зеркале цилиндра рисок глубиной не более 0,3 мм зеркало цилиндра шлифуют до диаметра 58,5 мм. Трещины в крышках цилиндров заваривают.

Зазоры между валиками и втулками рычажных систем контакторов не должны превышать 0,3 мм, в

противном случае выработанные детали заменяют новыми. При плохой пайке шунтов к наконечникам последние пропаивают припоем ПОС-30. При наличии обрывов жил шунтов более 3 % шунты заменяют. Новые шунты сплетают из провода марки ПЩ, лудят концы сплетенных шунтов, надевают наконечники и пропаивают в ванне припоем ПОС-30. Затем шунты изолируют лакотканью ЛХС толщиной 0,2 мм.

Дугогасительные камеры контакторов разбирают, протирают полюса, заменяют новой поврежденную изоляцию из лакоткани. Асбестоцементные перегородки и стенки камер при обнаружении на них сколов и трещин также заменяют новыми. Прожоги глубиной до 1 мм зачищают, при наличии прожогов глубиной более 1 мм стенки заменяют новыми.

Выгорание дугогасительных рогов не должно превышать 3 мм, что контролируют с помощью контурного шаблона и щупа. При выгорании свыше допускаемого значения рога наплавляют латунной проволокой, а затем восстанавливают их чертежные размеры. Толщина силовых контактов у пятки не должна быть меньше 7 мм. Изношенные выше нормы контакты заменяют новыми. При сборке контакторов проверяют: поперечное смещение контактов относительно друг друга (допускается не более 0,8 мм), раствор контактов (должен находиться в

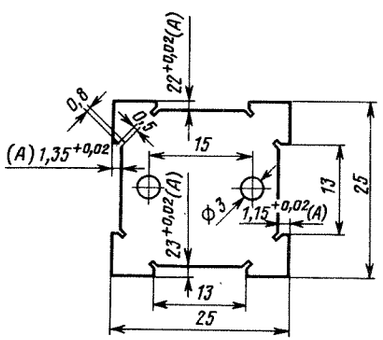


Рис. 180. Шаблон для проверки хода верхнего клапана вентиля ВВ

пределах 24—29 мм), провал контактов (4,0—5,5 мм).

Электромагнитные вентили ремонтируют на верстаке, к которому подают сжатый воздух под давлением 0,6 МПа. Сняв крышку, верхнюю пружину и якорь вентиля, с помощью воздуха проверяют работу вентиля, нажимая рукой на верхний клапан. При этом на слух определяют утечку воздуха. Затем снимают коробку вентиля и катушку сердечника. Сердечник вывертывают из ярма. Вынимают верхний клапан, а затем болт, пробку и нижний клапан с пружиной. Пружины, имеющие изломы и не отвечающие чертежным размерам или рабочим характеристикам, заменяют новыми.

Крышку и коробку вентиля, имеющие трещины и изломы, заменяют, разрабатывая получаемые заготовки (отливки) согласно чертежам и обеспечивая прилегание крышки и коробки друг к другу. Сердечник с сорванной резьбой бракуют. Кроме того, сердечник проходит контроль на твердость, которая допускается не более 121 единицы по шкале Бринелля. Высота диамагнитных штифтов, запрессованных в сердечник, должна быть равна 0,8—0,1 мм.

Корпус вентиля с сорванной резьбой бракуют и заменяют новым. При наличии вмятин, рисок и других повреждений на посадочной поверхности седла его заменяют новым. То же самое относится и к посадочным поверхностям обоих клапанов. Вентильную катушку ремонтируют по технологии, описанной в § 41 настоящей главы. На посадочные поверхности клапанов наносят притирочную пасту и притирают клапаны к седлу на специальном стенде или вручную до получения сплошной матовой полосы на седле и клапанах. Седло и клапаны промывают и протирают хлопчатобумажной (миткалевой) тканью.

После сборки вентиль вновь, как и до ремонта, контролируют на утечку воздуха. С помощью специального шаблона (рис. 180) проверяют ход верхнего клапана, который должен составлять от 0,85 до 1,15 мм. Зазор А при нижнем положении клапана должен быть в пределах 1,15—1,35 мм; при верхнем положении клапана 2,0—2,5 мм. Затем вентили проходят контроль на испытательной станции.

После ремонта всех узлов и деталей ящик с электропневматическими контакторами собирают. Устанавливают и закрепляют воздухопровод, контакторы, асбестоцементные перегородки, вентили, пневмопривод; при необходимости с помощью просечек изготавливают прокладки из электронита. Размещают на контакторы держатели пальцев и блок-колодки. Подсоединяют согласно соответствующей монтажной схеме провода внутреннего монтажа, предварительно проверив состояние наконечников и при необходимости перепаяв их припоем ПОС-30. Бандажировку пучка проводов внутреннего монтажа восстанавливают киперной лентой.

Блокировочные пальцы, провода, вентильные катушки маркируют. Устанавливают на ящик клицу. После сборки ящика вторично контролируют разрывы и провалы контактов, подключают сжатый воздух к воздухопроводу и проверяют работу контакторов, а также утечку воздуха в соединениях. Замеряют с помощью динамометра и регулируют крепящими винтами давление блокировочных пальцев, которое должно находиться в пределах 10—20 Н. Свисание пальцев с блок-колодок не допускается. Расстояние от места касания пальца до края колодки в любом из фиксированных положений должно быть не менее 1,5 мм. После ремонта ящик с электропневматическими контакторами подвергают стендовым испытаниям.

Ящики с электромагнитными контакторами. Ящики с электромагнитными контакторами силовых и вспомогательных цепей продувают сжатым воздухом, отсоединяют провода и перемычки внутреннего монтажа, снимают провода с ящика. Извлекают с ящиков панели с контакторами, клицы, с ящиков ЯК-4 — асбестоцементные перегородки.

Все детали крепежа отбраковывают, цинкуют, запиливают грани и шлицы.

Корпуса ящиков протирают, заваривают, контролируют и восстанавливают состояние резьбовых отверстий. Заменяют вышедшее из строя войлочное уплотнение новым. Выправляют скобы подвески кожухов, подклепывают заклепки. Внутри корпус окрашивают серой или красной эмалью.

Кожуха протирают, восстанавливают потрескавшуюся асбестовую изоляцию, ремонтируют и смазывают детали замков, окрашивают внутреннюю часть кожухов.

Контакторы снимают с панелей, с контакторов — дугогасительные камеры, главные и блокировочные контакты, подъемные и отключающие (если они имеются) катушки, дугогасительные рога, гибкие шунты, включающие и притирающие пружины, узлы магнитных систем (якорь, ярмо, сердечник) и т. д.

Дугогасительные камеры протирают, осматривают их детали на наличие сколов и трещин, зачищают шлифовальной шкуркой стенки камер при наличии неглубоких (до 2 мм) прогаров. При обнаружении сквозных прогаров или глубоких выгораний (более 2 мм) стенки заменяют новыми, как и при наличии трещин и сколов. Аналогичные критерии выбраковки у перегородок из асбестоцемента на ящиках ЯК-4. При обнаружении повреждения изоляции дугогасительных катушек их заменяют новыми, припаивая их к контактам припоем ПОС-30. Ремонт подъемных и отключающих катушек ведут согласно технологии, описанной в § 41.

Детали магнитопровода протирают, подклепывают закрепки крепления скоб, угольников и т. д. Осматривают якоря и убеждаются в отсутствии трещин. Контролируют

и по необходимости восстанавливают состояние резьбовых отверстий.

Главные контакты зачищают, при выработке больше значения, предусмотренного нормами и допусками, медные контакты заменяют, серебряные — отпаивают с пластин и напаивают новые на контактно-сварочной установке МС-1202.

Дугогасительные рога зачищают, опиливают подгары, а при оплавлении более установленных норм — восстанавливают наплавкой. Прогнившие нижние дугогасительные рога контакторов ДБ-928 и МКИ-150 заменяют новыми.

Блокировочные контакты так же, как и главные, зачищают, а при износе более допустимого перепаивают. Контактные мостики, имеющие выработки более допустимых, а также трещины, заменяют новыми.

Гибкие шунты с обрывами жил более 3% также заменяют новыми. При необходимости облуживают наконечники припоем ПОС-30.

Собранные после ремонта контакторы должны обеспечивать свободное перемещение всех своих подвижных частей, свободное снятие и установку дугогасительных камер, плотное прилегание полюсов дугогашения. Необходимо также соблюдать требования действующих норм допусков и износов, как показано в табл. 19.

Отремонтированные электромагнитные контакторы устанавливают на панели и регулируют. После этого с контакторами закрепляют в ящиках. Проверяют состояние перемычек внутреннего монтажа. Наконечники лудят припоем ПОС-30. При обрыве перемычек или разрушении изоляции изготавливают новые перемычки, длину которых определяют на макете или по образцу старых. Осуществляют внутренний монтаж ящиков и маркируют провода согласно монтажным схемам. Пучок перемычек бандажируют и закрепляют скобами.

Таблица 19

Параметр	Значение параметра для контакторов					
	КПП-113 15	КПСС-110 8—10	КПД-110 9	КПД-121 9	МКИ-160 13—18	ДВ-926 13—18
Провал главных контактов, мм	5	—	4	4	4—7	4—7
Нажатие контактов, не менее, Н:						
начальное	—	0,18	0,2	—	—	—
конечное	2,2	0,3—0,4	0,6	0,7	1,2—2,2	1,2—2,2
Толщина главного контакта, не менее, мм	1,5	1,5	1,5	1.6	5 (у пятки)	5 (у пятки)
Поперечное смещение главных контактов относительно друг друга, не более, мм	1,0	—	—	1,0	0,8	0,8
Раствор блокировочных контактов, не менее, мм	6	4	—	—	—	9—10
Провал блокировочных контактов, мм	2,0	2,0	—	—	—	2,5—3.5
Нажатие блокировочных коитактов, ие менее, Н:						
начальное	—	0,06	—	—	—	—
конечное	0,12	0,15	—	—	—	—
Толщина серебряного блок-контакта, не менее, мм	1,0	1,0	—	—	—	1,0
Расстояние между подвижным контактом н нижним искрогасительным рогом, мм	—	—	—	—	2—4	2—4

Примечание. Раствор главных контактов должен быть не менее 15 мм у КПП-113, 8—10 мм у КПСС-110, 9 мм у КПД-110 и КПД-121, 13—18 мм у МКИ-160 и ДВ-926.

После сборки ящики с электромагнитными контакторами проходят испытания на испытательной станции.

§ 43. Рельсовые токоприемники, главные разъединители

На всех типах вагонов метрополитена устанавливают токоприемники ТР-3 и главные разъединители ГВ-10.

Рельсовые токоприемники. Их снимают с бруса и разбирают. Извлекают башмак, держатель башмака, кронштейны, пружины, ось, шунты. С бруса снимают кронштейны. Брус токоприемника ремонтируют в столярном отделении. Детали токоприемника и кронштейны бруса очищают от загрязнения, масла с помощью пескоструйной установки или в выварочной ванне в растворе каустической соды. Очищенные детали подвергают осмотру, при котором определяют степень износа рабочей части башмака, оси, отверстий под ось в держателей башмака и кронштейнах токоприемника, а также других трущихся частей.

Башмак, держатель башмака, кронштейны бруса и предохранители бруса контролируют на магнитном дефектоскопе (рис. 181). При наличии трещин предохранители заменяют новыми. Кронштейны бруса, башмак и держатель башмака при необходимости восстанавливают заваркой трещин с последующей механической обработкой до чертежных размеров, после чего повторно проводят проверку магнитной дефектоскопией. Изношенный башмак восстанавливают приваркой новых накладок.

Перед и после приварки накладок башмак контролируют на магнитном дефектоскопе.

При больших износах его восстанавливают путем наплавки продольным швом с последующей обработкой по чертежу. Перед наплавкой башмак отжигают (нагревают до температуры 880 °С и охлаждают на

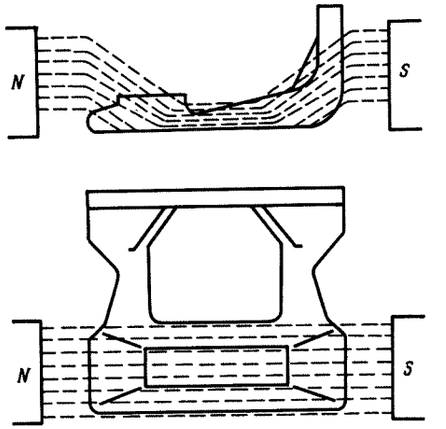


Рис. 181. Проверка токоприемиика ТР-3 иа магнитном дефектоскопе

воздухе), а после подвергают отпуску (нагревают до температуры 650 °С с выдержкой в печи 1,5—2 ч и охлаждают на воздухе). Если длина башмака меньше 216 мм, этот размер восстанавливают приваркой к каждой из сторон специальной наделки (рис. 182). При этом башмак также проверяют на дефектоскопе дважды: до и после приварки наделок. Если же его длина меньше 212 мм, башмак восстановлению не подлежит и его заменяют новым.

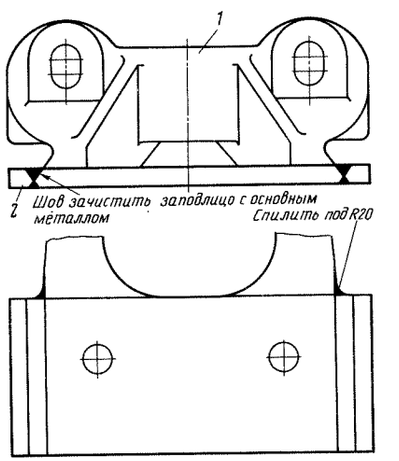


Рис. 182. Ремонт башмака токоприемника с помощью приварки специальных наделок: *1*—башмак; *2*—наделка

Профиль гребенки в башмаке и держателе восстанавливают электродуговой наплавкой с последующей фрезеровкой гребенки по чертежу.

При износе отверстий под ось в держателе башмака и кронштейнах токоприемника производят втулочный ремонт держателя и кронштейнов, причем допускается устанавливать наряду с металлическими втулки из полиамида ПМ-6. Зазоры между осью и держателем башмака допускаются не более 0,8 мм, а между осью и кронштейнами токоприемника не более 1 мм. Изношенную ось заменяют новой.

Пружины токоприемника, имеющие дефекты металла и нечертежные размеры, также меняют на новые. Пружины, не имеющие внешних дефектов, испытывают на тарировочных весах МИП-100.

Шунты бракуют при обрыве более 5% жил. Бракованные шунты заменяют новыми.

Все крепежные детали цинкуют.

Кронштейны бруса токоприемника, помимо ремонта, подвергают переделке в соответствии с принятыми модернизациями (приварка накладок, фрезеровка эллипсных отверстий под полиамидные втулки и др.).

Собранный токоприемник должен отвечать следующим нормам и допускам, приведенным ниже:

Нажатие башмака в рабочем положении, Н, для вагонов:	
81-717, 81-714	280—390
остальных типов	200—240
Толщина башмака в рабочей части, не менее, мм:	
без накладки	23
с накладкой	28
Высота верхней точки контактной поверхности башмака над головкой ходового рельса, мм, в положении:	
свободном	182—188
рабочем	125—140

Главные разъединители. Их продувают от пыли сжатым воздухом, открыв крышку. Панель с разъединителем вынимают из корпуса, разъединив нож и приводное устройство. Детали привода, нож, стойки, зажимы промывают в керосине или растворе лабомида, асбестоцементную панель протирают обтирочными концами, так же как и корпус ящика. При необходимости заваривают трещины, запиливают и ремонтируют детали замка. Крышку и корпус окрашивают внутри эмалью ГФ-92-ХС или ГФ-92-ХК, снаружи — асфальтовым лаком. Асбестоцементную панель, имеющую трещины или сколы, бракуют, новую — окрашивают. Контактные стойки и нож при износе также меняют на новые, по необходимости облуживают. Крепежные детали, бобышка рычага, ограничительная скоба, ось, головка оси, указатель проходят гальваническую обработку. Головку оси и колпачок в случае их износа наплавляют с последующей механической обработкой. Трещины в колпачке и пружинных шайбах, прижимающих нож к стойкам, не допускаются.

Собранный аппарат должен удовлетворять следующим условиям: переключение ножа должно осуществляться без заеданий и перекосов его в контактных стойках; реверсивная рукоятка должна свободно входить в гнездо и выниматься из него только при фиксированном положении ножа; головка и рычаг не должны иметь свободного хода, между ножом и верхней контактной стойкой необходимо обеспечить надежный контакт.

Нож разъединителя смазывают тонким слоем технического вазелина.

Усилие на отключение ножа должно составлять 100—120 Н, а на перемещение отключенного ножа —25—40 Н.

§ 44. Светильники и арматура освещения

На всех вагонах метрополитена, за исключением вагонов типа 81-717, 81-714, применяют арматуру освещения пассажирского помещения салона СМ-1 (без арматуры аварийного освещения) и СМ-2 (с арматурой аварийного освещения). Кроме арматуры освещения пассажирского помещения (главного освещения), используют также СМ-3 (прожектора или белые фары), СМ-4 (задние сигнальные фонари или красные фары), СМ-5 (освещение приборов в кабине) и СМ-6 (аварийное освещение кабины). На вагонах 81-717, 81-714 вместо арматуры главного освещения СМ-1 и СМ-2 устанавливают люминесцентные светильники ЛПВ-02-2×40-002, питающиеся переменным током с напряжением 220 В и частотой 400 Гц.

Патроны арматуры освещения. Патроны В15 (Сван) разбирают. Рубашку и основание патрона осматривают и выправляют. Детали с сорванной резьбой бракуют и заменяют новыми. Контакты зачищают шлифовальной шкуркой. После этого проверяют работу и давление контактов. Фарфоровый изолятор промывают, при наличии трещин и сколов заменяют новым. Производят осмотр держателей контактов, обращая внимание на состояние резьбы. Непригодные к дальнейшей эксплуатации патроны заменяют новыми.

Патроны Е-27 (Эдисон) разбирают, осматривают состояние резьбы основания и рубашки патрона. Детали с сорванной резьбой, сколами и трещинами, а также винты крепления проводов и контакты с сорванной резьбой бракуют. Фарфоровый изолятор протирают и контролируют на наличие сколов и трещин. Контакт зачищают шлифовальной шкуркой и проверяют его давление. Патроны со слабыми контактами и другими дефектами заменяют новыми.

Красные фары. Патроны арматуры красных фар осматривают. При обнаружении дефектов их заменяют новыми. Для этого патрон отпаивают от кронштейна и припаивают новый припоем ПОС-30. Электропаяльник питается напряжением от 12 до 36 В.

Линзу, наружный ободок и детали корпуса арматуры снимают. Металлические детали никелируют, линзу промывают. При изломе или срыве резьбы держателя линзы его заменяют, припаяв новый. При изломе ручки крышки красной фары приваривают новую. Контролируют состояние резьбы и при необходимости ремонтируют или заменяют новыми винты крепления корпуса фары на вагоне, а также винты крепления крышки фары на корпусе.

Белые фары. Снимают стекло на крышке фары, наружное кольцо корпуса, корпус. Детали корпуса — кольцо, петли, рефлектор — никелируют. Стекло промывают. Замки ремонтируют и никелируют. При наличии дефектов припаивают новые держатели рефлектора и стекла. Проверяют и при необходимости заменяют новыми винты крепления корпуса фары на вагоне. Контролируют крепление кожуха фары на вагоне. Кожуха, имеющие дефекты, ремонтируют, а при невозможности ремонта заменяют арматуру СМ-3 новой.

Лампы освещения приборов. Осмотр и ремонт производят без снятия лампы с вагона. Проверяют кожух, направляющие штыри, стопорный винт, затемнитель. При наличии вмятин последний выправляют. При необходимости заменяют стекло новым. Осматривают кронштейн крепления лампы, подтягивают крепящий винт.

Арматура освещения пассажирского помещения. Снимают плафоны, предварительно отвернув крепящие кольца, и промывают. Отворачивают защелки крышек. Проверяют крепление петель на корпусах и крышках, при необходимости переклепывают заклепки. Устраняют имеющиеся дефекты в замках арматуры (изломы, трещины, срыв резьбы и т. д.). При наличии вмятин на корпусах и крышках арматуры их выправляют с помощью молотка и оправки.

Корпуса, крышки, защелки, замки хромируют. Негодные к дальнейшей эксплуатации защелки, детали замков, крышки заменяют новыми. При невозможности дальнейшего

использования корпуса арматуру также заменяют новой. В случае необходимости рефлектор арматуры припаивают к скобе припоем ПОС-30 скобу закрепляют винтами.

После ремонта арматуру собирают. Устанавливают специальным ключом патрон на корпус арматуры, а также защелку крышки. На стекло укрепляют резиновое уплотнение. Плафон устанавливают на крышку и закрепляют крепящее кольцо. При подборе плафонов на каждый вагонокомплект (30 светильников) необходимо следить за тем, чтобы стекла плафонов были одинаковой формы, расцветки и рисунка.

На арматуре СМ-2, имеющей лампы аварийного освещения, привертывают патрон к корпусу арматуры.

Люминесцентные светильники. Люминесцентные лампы снимают перед демонтажом светильника с вагона. Открывают замки светильника. Рассеиватель из оргстекла отсоединяют от рамки, последнюю от корпуса, провода внутреннего монтажа — от колодок. Последние снимают и контролируют на наличие сколов и трещин. Колодки с дефектами заменяют новыми. Отсоединяют провода от пускорегулирующих аппаратов, конденсаторов, электронных стартеров, патронов люминесцентного и аварийного освещения, а также заземляющий провод. Снимают коробки со всей пускорегулирующей аппаратуры. Отпаивают конденсаторы. Извлекают патрон аварийного освещения. Отогнув скобы на корпусе, вынимают пучок проводов внутреннего монтажа, а также патроны люминесцентного освещения.

Корпус светильника промывают и обезжиривают, а затем сушат на воздухе в течение 2 ч. После сушки корпус окрашивают цинковыми белилами и сушат на воздухе 10—12 ч.

Вмятины на корпусе выправляют с помощью молотка и плоскогубцев. Подправляют кронштейны крепления патронов люминесцентного освещения. При изломе скоб крепления проводов и держателя люминесцентных ламп их срубают и приваривают новые.

Рассеиватели укладывают в специальный контейнер и промывают в растворе лабомида или другом мыльно-порошковом растворе в течение 1,5—2 ч, а затем в чистой воде до удаления мыльного раствора. Промытые рассеиватели сушат на открытом воздухе. Треснувшие или расколотые рассеиватели заменяют новыми.

Пускорегулирующий аппарат, транзисторный ключ, конденсаторы осматривают на наличие внешних повреждений, прозванивают с помощью тестера.

При необходимости отдельные узлы заменяют новыми.

Патроны аварийного освещения ремонтируют аналогично описанному выше, а люминесцентных ламп Т13Л и Т13ЛК разбирают. При наличии сколов и трещин в корпусах их заменяют новыми. Проверяют состояние и работу пружин, при необходимости заменяют пружины новыми. Контакты патронов зачищают.

Провода внутреннего монтажа в случае неудовлетворительного состояния изоляции заменяют новыми. Концы проводов и наконечники облуживают в лудильной ванне припоем ПОС-40, а при наличии плохой пайки пропаивают электропаяльником напряжением 36 В. Наконечники, имеющие изломы и трещины, заменяют новыми.

Провода заключают в хлорвиниловые трубки и маркируют. Затем их собирают в жгут и скрепляют изоляционной хлорвиниловой лентой. Заключают провода в скобы и зажимают. Устанавливают патроны, коробки с пускорегулирующими аппаратами, ключами и конденсаторами, припаяв последние к проводам, а также монтажные колодки. Провода подключают к патронам и аппаратам согласно монтажной схеме, а затем схему прозванивают. После окончания монтажа закрепляют рассеиватель, изоляционные

резиновые втулки и контролируют работу замков.

Собранный светильник испытывают на специальном стенде, где ему дают рабочую нагрузку напряжением 220 В, частотой 400 Гц. Испытанный светильник размещают и монтируют на вагоне.

§ 45. Пульт машиниста, измерительные приборы, кнопки, тумблеры, выключатели, переключатели

Пульт машиниста. Он установлен на всех эксплуатируемых вагонах метрополитена, за исключением вагонов Д. Пульты вагонов Е, Еж, Ем смонтированы на одной панели, крепящейся к каркасу; на вагонах Еж3 к каркасу крепят одну верхнюю (сигнальную) и две рабочие панели. Пульт машиниста вагонов 81-717 состоит из семи блоков, имеющих каждый свою панель и штепсельный разъем, которые укреплены на общем каркасе. Три верхних блока являются индикаторными, четыре нижних — рабочими.

Пульты машиниста ремонтируют на специальном стенде. С каркаса пульта снимают панель, крышки и блоки в сборе с имеющейся на них аппаратурой. С боковой стойки извлекают выключатель управления ВУ22-2. Каркас, панели и блоки продувают сжатым воздухом и протирают марлевыми концами, увлажненными в керосине, а затем сухой ветошью.

Осматривают состояние каркаса, кронштейнов его крепления в кабине машиниста. При наличии трещин их заваривают, при обнаружении погнутости кронштейнов — выправляют. Контролируют состояние замков, подклепывают заклепки. При изломе петель, колец и других деталей детали, имеющие дефекты, заменяют новыми.

Проверяют состояние и крепление штепсельных разъемов (ШР). Корпус ШР не должен иметь трещин, изломов, а контакты — изгибов, изломов и подгаров. При наличии дефектов ШР отпаивают и заменяют новым. Производят осмотр качества пайки и крепления проводов к контакторам ШР. При необходимости закрепляют провода или перепаивают, используя припой ПОС-30. Контактные поля ШР зачищают.

Состояние проводов контролируют, убеждаясь в отсутствии потертостей и нарушений изоляции. При необходимости последнюю восстанавливают, для чего снимают изоляцию в поврежденных местах, зачищают жилы проводов в местах, где она снята и накладывают новую изоляционную ленту двумя слоями вполуперекрышу. Если повреждена изоляция у наконечников, то на конце провода у наконечника заменяют хлорвиниловую трубку и маркируют ее. Если наконечник поврежден или по какой-либо причине отсутствует (провод прикреплен скрутной), то его заменяют либо устанавливают новый.

Измерительные приборы. Их снимают с панели. На приборы подают напряжение или контрольный ток (его значение показывается соответствующим прибором на стенде). Показания испытываемого прибора сравнивают с контрольным значением. При несовпадении этих показаний прибор настраивают по методике, указанной в Инструкции по эксплуатации прибора завода-изготовителя. При невозможности настройки либо в случае повреждения стекла, корпуса, стрелки и т. д. прибор заменяют новым.

Сигнальные лампы. Их вынимают из гнезд вместе с патронами, отворачивают предохранительные колпачки. Лампы выкручивают из патронов, негодные к эксплуатации— заменяют, годные — протирают. Отворачивают рубашки патронов и проверяют состояние контактной части патронов и крепление проводов к их контактам. При обнаружении дефектов патроны заменяют новыми.

Кнопки КЕ-011. Их снимают с панели, вскрывают, отвернув винты

крепления крышки к корпусу кнопки. Вынимают мостики с контактами, пружины, крепежные винты. Детали кнопки протирают и убеждаются в отсутствии изломов и трещин. Серебряные контакты протирают и зачищают. При изломах, трещинах, износах различных деталей, в том числе контактов, кнопку заменяют новой. После сборки и установки на панель работу кнопки контролируют нажатием. Западания и заедания при этом не допускаются.

Тумблеры ТВ1-2. Их работу проверяют на четкость фиксации в положениях «Включено» и «Выключено». При необходимости тумблер заменяют новым. Для этого отпаивают монтажные провода, отворачивают гайку крепления тумблера к панели и снимают тумблер. Установку нового тумблера ведут в обратном порядке.

Аналогичным образом осуществляют ремонт переключателей 2ПП-250 и выключателей ВН-45М.

Выключатели ВУ22-4. Их снимают с панели, отвернув крепящий винт, отсоединяют провода. Извлекают крышку выключателя и проверяют состояние неподвижных контактов. Толщина серебряных контактов (неподвижных и подвижных) должна быть не менее 1 мм. При износе их выше нормы снимают болты с неподвижными и мостики с подвижными контактами и перепаивают контакты на контактно-сварочной машине МС-1202. Осматривают состояние механизма подвижного контакта и убеждаются в отсутствии разработок, заеданий и перекосов. Проверяют надежность крепления механизма. Все контакты зачищают шлифовальной шкуркой. Контролируют работу пружин, при необходимости их вынимают и заменяют новыми. Крышку, имеющую трещины, также заменяют новой. При наличии трещин и изломов в основании заменяют новым весь выключатель.

Выключатель ВУ 22-2. Его ремонтируют аналогичным образом. Минимально допустимая толщина медных контактов — 1,2 мм. Проверяют крепление дугогасительной катушки, убеждаются в отсутствии сколов и трещин. При необходимости заменяют камеру новой. Отремонтированные и собранные выключатели должны включаться и отключаться без заеданий. Раствор контактов должен составлять у выключателей ВУ 22-2—14 — 17 мм, у ВУ 22-4—10—14 мм; провал контактов у ВУ 22-2, ВУ 22-4 — 1,5—2,5 мм; нажатие контактов у ВУ 22-2 и ВУ 22-4 — 2,5—4 Н.

Все электрические цепи пультов прозванивают на стенде.

При необходимости восстанавливают надписи на крышках и панелях, подкрашивают панели. Гетинаксовые крышки при изломе меняют на новые. Обоймы индикаторных ламп хромируют. Деревянные накладки циклюют и покрывают нитролаком.

Резисторы, не соответствующие требованиям действующих стандартов или техническим условиям, заменяют новыми.

Пакетно-кулачковые переключатели на подвижном составе применяют на базе переключателей ПКП-25: контроллер резервного пуска (КРП) вагонов Д, Е и его модификаций; контроллер резервного управления (КРУ) КВ-68 на вагонах 81-717; контроллер для производства маневровых работ КВ-65 на вагонах 81-714; разъединители цепей (РЦ) на вагонах 81-717; выключатель батареи ВБ-13 на вагонах 81-717, 81-714 (выключатели батареи других типов вагонов выполняют на базе ВУ 22-2).

Разборку пакетно-кулачкового переключателя начинают со снятия перемычек между коммутирующими устройствами, после чего извлекают с вала ограничитель, коммутирующие устройства и механизм фиксации. Подвижные и неподвижные серебряные контакты промывают и зачищают надфилем. При износе серебряных контактов их перепаивают. Пластины контактных мостиков, корпуса коммутирующих устройств, толкатели осматривают и убеждаются в отсутствии механических повреждений: трещин и т. п. При наличии одной или двух деталей, имеющих дефекты, их заменяют новыми. При большем числе дефектов аппарат бракуют.

Полиамидные кулачковые шайбы проверяют на предмет соответствия профилю чертежа. В случае износа шайбу заменяют новой. Если шайбы необходимой конфигурации нет в наличии, то ее вытачивают из полиамидной заготовки с помощью ножовки и напильника. При износе или поломке вала аппарат заменяют новым. В процессе сборки переключателя на трущиеся поверхности деталей наносят смазку ЦИАТИМ-201 и устанавливают перемычки в соответствии с монтажной схемой.

Переключение собранного аппарата должно происходить без заеданий, с четкой фиксацией позиций. Снятие и постановка реверсивной рукоятки должны быть возможны только при нулевом положении вала.

§ 46. Регуляторы давления, электропечи, соединительные коробки, шунты, дверные блокировки, конечные выключатели

Регуляторы давления. На всех типах моторвагонов метрополитена применяют регуляторы давления АК-11Б. С них снимают кожух, а затем разбирают, извлекая резиновую диафрагму, шунт, регулировочный винт (предварительно сняв пломбу), пружины, подвижный и неподвижный контакты. Кожух протирают, при необходимости удаляют остатки старой краски. Крепежные изделия отбраковывают и цинкуют. Прочие металлические детали промывают и при необходимости также восстанавливают покрытия посредством цинкования.

Стойки механизма включения-выключения осматривают и убеждаются в отсутствии сорванной резьбы, при обнаружении которой стойки бракуют. Регулировочный винт не должен иметь трещин, сколов и сорванной резьбы. В противном случае его заменяют новым. Направляющую также бракуют при наличии трещин. Пружины с видимыми механическими повреждениями заменяют новыми, при отсутствии видимых повреждений — испытывают на тарировочных весах.

Гибкий шунт заменяют новым при обрыве жил более 3%. Контакты (медные и серебряные) зачищают шлифовальной шкуркой и меняют на новые при износе выше норм. Основание аппарата протирают и убеждаются в отсутствии трещин. При их наличии в основании заменяют регулятор новым так же, как и кожух. Проверяют состояние и крепление петель на кожухе, при необходимости подправляют. Резиновую диафрагму, имеющую трещины, расслоения, потерявшую эластичность, заменяют новой.

Собранный регулятор давления испытывают и регулируют.

Электропечи. На вагонах метро используют печи ПТ-8-10, ПТ-10-8, ПЭТ-2А. Печь разбирают, снимают основание, вынимают закрепленные на изоляторах нагревательные элементы (нагреватели). Изоляторы протирают, осматривают; при трещинах, сколах, нарушениях глазуревой поверхности заменяют новыми. Крепежные изделия и перемычки, соединяющие нагреватели, цинкуют. Нагреватели, имеющие изломы, трещины, также заменяют новыми. Замеряют электрическое сопротивление нагревателей тестером или измерительным мостом. Мегаомметром контролируют электрическую прочность изоляции.

При необходимости из листового асбеста изготавливают новые изолирующие прокладки для замены вышедших из строя. Молотком выравнивают поверхность кожуха. Снаружи его окрашивают асфальтовым лаком.

В собранной печи не должно быть люфта нагревательных элементов.

Соединительные коробки зажимов с рейками, клицы. Соединительные коробки разбирают. Панели, имеющие прожоги, трещины, изломы, сколы, заменяют новыми. Соединительные зажимы коробок зачищают, облуживают планки, крепежные болты цинкуют. Резиновые уплотнительные кольца осматривают и убеждаются в отсутствии трещин, расслоений и т. п. При наличии дефектов кольца заменяют новыми. В корпусах коробок при необходимости производят заварку трещин и переделку корпусов в соответствии с модернизацией (например, оборудование коробок гайками-барашками). Корпуса окрашивают асфальтовым лаком, а новые панели — эмалью ГФ-92-ХК.

Рейки зажимов, имеющие трещины и разработанные отверстия под болты, заменяют новыми. Контролируют и при необходимости восстанавливают маркировку на рейках.

После ремонта коробки и рейки испытывают на электрическую прочность.

Деревянные клицы проверяют на соответствие чертежу, а также убеждаются в отсутствии трещин и сколов. При обнаружении дефектов или несоответствии чертежам клицы бракуют и заменяют новыми. Последние пропитывают в натуральном олифе, парафине или трансформаторном масле.

Гибкие шунты. При обрыве жил шунта выше установленных норм (3; 5% или др.) шунт бракуют и заменяют новым. Для изготовления нового шунта разматывают бухту провода на необходимую длину и из заготовленных проводов плетут косу, после чего ее закрепляют нитью. Затем делают заготовки — трубки для наконечников, предварительно лудят их. После лужения трубки надевают на сплетенную косу, расплющивают на вертикальном прессе, затем наконечники вторично облуживают. Отверстия в наконечниках прошивают в штампах или просверливают на станке.

Дверные блокировки. В качестве дверных блокировок на вагонах Д, Е, Еж, Ем используют выключатели В-13. На вагонах Еж3, Емт, 81-717, 81-714 применяют конечные выключатели ВПК-2110.

Блокировки В-13 разбирают. Проверяют резьбу на валу и замеряют рабочую часть вала на соответствие чертежу. В случае срыва резьбы или выработки рабочей части вал бракуют и заменяют новым. Держатель или рычаг также осматривают на состояние резьбы. Убеждаются в отсутствии выработки ролика блокировки. Выработанный ролик заменяют новым. Рычаг и стойку неподвижного контакта протирают и убеждаются в отсутствии трещин. При выработке отверстия в рычаге или скобе выработанную деталь заменяют новой, меняют при этом и крепящий штифт.

Серебряные контакты зачищают и при необходимости перепаивают.

При наличии трещин в корпусе и крышке их заваривают. При изломе ушек на корпусе его ремонтируют, приваривая новые ушки.

При необходимости заменяют новыми прокладку из электрокартона и пружину. С внутренней стороны корпус окрашивают электроэмалью.

Конечные выключатели. На вагонах метрополитена применяются конечные выключатели ВПК-2110. Для его ремонта снимают крышку, прокладку, резиновое уплотнение с армирующей шайбой; изоляционное основание вынимают из кожуха, сжав пружину; извлекают из основания подвижную систему. Из направляющей вынимают толкатель; снимают мостиковые контакты.

Детали выключателя промывают. и протирают. Проверяют состояние металлического корпуса и крышки, при необходимости прогоняют резьбу. При наличии трещин, изломов крышки — заменяют последнюю новой. Аналогичные дефекты корпуса влекут за собой замену на новый выключатель. Толкатель выключателя, имеющий трещины и другие механические повреждения, бракуют. При необходимости закрепляют замковую шайбу на толкателе.

Контролируют состояние изоляционного основания, при наличии дефектов заменяют выключатель новым. Контакты зачищают. В случае некачественной пайки контактов, их повышенного износа, при наличии изломов и трещин на зажимах — выключатель подлежит замене новым. Проверяют состояние пружин, пластмассовых упоров, при наличии дефектов заменяют детали новыми. Контактные пластины мостиков осматривают и убеждаются в отсутствии износа и излома. Армирующую шайбу резинового уплотнения при необходимости выправляют. Резиновое уплотнение при наличии разрывов также заменяют новым. Производят контроль состояния резьбы и шлицев винтов, винты оцинковывают.

Собранный выключатель проверяют на четкость работы путем накатки на толкатель.

§ 47. Ревизия и испытания тиристорных регуляторов ослабления возбуждения и блоков питания собственных нужд

На вагонах Еж3, Емт, 81-717, 81-714 применяют тиристорный регулятор ослабления возбуждения тяговых электродвигателей РТ-300/300А, состоящий из блоков силового БС-29 и управления БУ-13. Они смонтированы независимо друг от друга и установлены на вагоне в разных местах. На вагонах 81-717, 81-714 используют блок питания собственных нужд БПСН-5, смонтированный в одном каркасе. Ревизию и испытание блоков РТ-300/300А и БПСН-5 осуществляют в отдельно оборудованном помещении, где находится специальный испытательный стенд для этих аппаратов.

Регулятор РТ-300/300А. Ящики блоков силового БС-29 и управления БУ-13 транспортируют с вагона к месту ремонта. С ящика БС-29 снимают резисторы КФ и переправляют в электроаппаратное отделение для ремонта (ремонт резисторов КФ см. в § 40). Кожухи и клицы ящика БС-29 ремонтируют аналогично другим электроаппаратам вагона. Кроме того, производят проверку крепления панелей к ящику, силовых диодов и тиристоров, конденсаторов и катушек индуктивности к панели, плат формирователей импульсов к панели, а также крепления трансформаторов на плате формирования импульсов. Осматривают состояние реек с выводами и убеждаются в отсутствии трещин, контролируют правильность маркировки реек. Проверяют состояние всех болтовых соединений, при необходимости их подтягивают. Силовой блок продувают сжатым воздухом. Осматривают состояние проводов внутреннего монтажа, при необходимости перемычки снимают для восстановления изоляции, перепайки или пропайки наконечников либо для замены вышедшей из строя перемычки. Производят контроль качества пайки проводов на управляющих электродах силовых тиристоров. Силовые вентили осматривают и при необходимости ремонтируют в порядке, описанном в § 40.

На испытательном стенде проверяют характеристики силовых тиристоров. Тиристор, класс которого оказывается ниже седьмого, заменяют. Панели и радиаторы вентилей протирают техническими салфетками.

С электропневматического реверсора ПР-772 снимают датчик тока ДТ-143, контролируют его и панель, протирают их от пыли.

Блок управления БУ-13. Осматривают блок, проверяют состояние замков кожуха, крепление рейки с зажимами; последней производят осмотр на предмет отсутствия трещин. Осматривают состояние панелей, крепление

их к корпусу блока, а также к панелям конденсаторов, трансформаторов, резисторов. При необходимости резисторы ПЭ ремонтируют в порядке, описанном в § 40, контролируют целостность пайки отдельных элементов, состояние перемычек внутреннего монтажа. Блок продувают сжатым воздухом и протирают его элементы.

Блок БУ-13 испытывают на стенде. Подают постоянное напряжение 75 В на зажимы 3 и 1. В случае если при этом не начал работать преобразователь напряжения, прозванивают схему включения обмоток трансформаторов, а также проверяют целостность соответствующих транзисторов. Производят контроль потенциалов на эмиттерах транзисторов относительно минусового вывода; вышедшие из строя элементы заменяют новыми. Проверяют наличие и значение выходного напряжения 12; 24; 27; 30; 33 В блока питания; в случае отклонения значений напряжения от номинала заменяют стабилитроны новыми. С помощью осциллографа контролируют наличие и значение выходного напряжения 110 В частотой 100 Гц. При отклонении параметров их подстраивают. Далее на стенде проверяют работу блока, цепи коррекции, узла согласования. При выявлении отклонений от заданных режимов работы вышедшие из строя детали и элемеиты выпаивают из схемы и заменяют новыми.

С помощью осциллографа на стенде производят контроль работы формирователей управляющих импульсов. При несоответствии формирующихся импульсов заданным заменяют трансформаторы новыми.

Блок БПСН-5. Ящик с блоком БПСН-5 снимают с вагона, продувают сжатым воздухом и транспортируют к испытательному стенду. Панели и элементы протирают техническими салфетками. Отсоединяют штепсельные разъемы (ШР), извлекают панель блока управления. Проверяют состояние и крепление реек с зажимами, а также крепление панелей к ящику и элементов к панелям. Производят осмотр состояния силовых вентилей, тиристоров, конденсаторов, трансформаторов, дросселей, контролируют качество пайки, крепление проводов на управляющих электродах силовых тиристоров. Выявленные дефекты устраняют, бракованные элементы заменяют новыми. Проверяют состояние и крепление розеток и вставок ШР, очищают контактные поля ШР кисточкой, смоченной в спирте или денатурате. Электрическое сопротивление изоляции контролируют мегаомметром: на 500 В для блока управления и на 2500 В для силового. Сопротивление изоляции блоков силового не должно быть менее 10 МОм, управления — 3 МОм. Подключив БПСН к испытательному стенду, проверяют ток подзаряда аккумуляторной батареи (должен быть равным 25 А), переменное напряжение на выходе вторичного преобразователя (должно составлять 220±20 В), частотомером контролируют частоту переменного тока на выходе вторичного преобразователя (должна быть равной 400±20 Гц). На стенде проверяют параметры элементов, замеряют контрольные значения токов и напряжений, снимают осциллограммы. При нарушении режимов работы БПСН выявляют бракованные элементы и заменяют их новыми.

§ 48. Межвагонные соединения, индуктивные шунты, заземляющие устройства и электропроводка

Межвагонные соединения. На вагонах метрополитена связь между поездными проводами, проходящими через весь состав, осуществляют с помощью электроконтактных коробок (ЭКК), которые подвешены к автосцепкам. На вагонах Д, Е, Еж, Еж3 — по 32 поездных провода, на вагонах 81-717, 81-714 — 72. Соответствующие различия поэтому имеют и ЭКК данных вагонов. Электроконтактные коробки вагонов Еж3, как и вагонов 81-717, 81-714, имеют пневматический привод; ЭКК вагонов Д, Е, Еж, Ем — ручной.

Электроконтактные коробки разбирают, вынимая детали привода, панели с зажимами, контактные втулки, блоки с контактными пальцами, передние панели, направляющие передние и задние крышки.

В корпусах ЭКК замеряют диаметры отверстий в приливах под стержни подвески. При разработке этих отверстий свыше допускаемого значения (диаметр 23,1 мм) производят ремонт путем запрессовки металлических или полиамидных втулок (рис. 183). Корпуса и приводы ЭКК промывают в растворе каустической соды. Внутреннюю поверхность корпусов окрашивают эмалью ГФ-92-ХС.

При обнаружении изломов в рукоятках запоров передних крышек и пружин фиксаторов их снимают и заменяют новыми.

Посадку приводных вилок на валу привода ЭКК вагонов Д, Е и модификаций осматривают и убеждаются в отсутствии люфта. При наличии последнего подтягивают болты торцовым ключом. Разработанные вилки и валы приводов восстанавливают методом электродуговой наплавки с последующей обработкой их до чертежных размеров. Разработанные втулки привода ЭКК вагонов Д и Е заменяют новыми.

Панели с зажимами протирают и убеждаются в отсутствии трещин, сколов, изломов. При срыве резьбы на сухарях и шпильках контактных зажимов детали заменяют новыми. Зажимы ЭКК вагонов 81-й серии в случае вывертывания шпилек приводят к чертежным размерам.

Порванные, расслоившиеся изоляционные прокладки заменяют новыми.

Направляющие ЭКК вагонов 81-й серии восстанавливают наплавкой по поверхностям А (рис. 184). Изношенные ролики заменяют новыми.

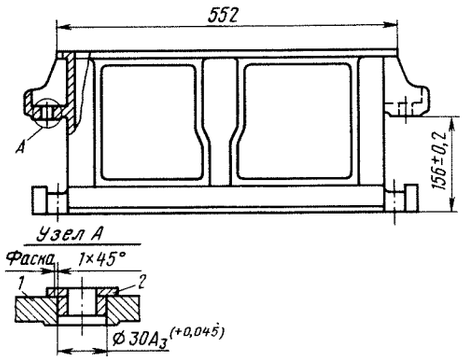


Рис. 183. Схема установки втулок в разработанные отверстия:
1 — корпус; *2* — втулка

Расстояние между пружинными контактами зажимов (рис. 185) должно составлять 3 мм. Контакты должны быть расположены параллельно друг другу. При несоблюдении этих условий их подгибают. При обнаружении треснувших, сломанных контактов ставят новый зажим.

При повреждениях изоляции, изломах проводов внутреннего монтажа провода заменяют новыми. Наконечники облуживают припоем ПОССу-40.

Резинотехнические детали не должны иметь трещин, рваных краев, расслоений и других дефектов, при обнаружении которых детали заменяют новыми. У переднего уплотнения ЭКК вагонов 81-й серии проверяют сопротивление изоляции с помощью мегаомметра. Сопротивление изоляции уплотнения относительно корпуса ЭКК в собранной коробке не должно быть ниже 3 МОм.

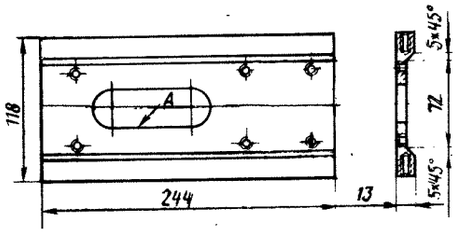


Рис. 184. Направляющая электроконтактиой коробки

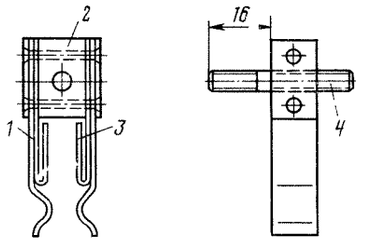


Рис. 185. Зажим электроконтактной коробки: *1* — контакт пружиный; *2* — сухарь; *3* — пружина; *4* — шпилька

Держатель контактных пальцев ЭКК вагонов Д и Е подвергают гальванической обработке. На контактных пальцах осматривают состояние резиновой опрессовки. При обнаружении проворотов резины, трещин, отслоений ее распрессовывают, поверхность пальца очищают сначала механическим способом, после чего омедняют и в специальной пресс-форме напрессовывают новое резиновое уплотнение. Пальцы ЭКК вагонов 81-й серии резинового уплотнения не имеют.

При обнаружении выработки на поверхности плоских контактов на контактных пальцах ЭКК вагонов всех типов и контактных стержнях ЭКК вагонов 81-й серии допускается однократная замена плоских контактов. Последние допускается также ремонтировать наплавкой с последующей обработкой до чертежных размеров. При повторном износе плоского контакта на том же пальце последний подлежит замене новым.

Диаметр контактной части пальца должен соответствовать нормам допусков и износов. Диаметр контролируют шаблоном. При несоответствии его нормам контактную часть пальца обжимают либо разводят до указанной нормы. В случае если диаметр контактной части довести до нормы не удается, палец заменяют новым.

Перед сборкой ЭКК зажимы, контактные части пальцев, плоские контакты смазывают тонким слоем смазки ЦИАТИМ.

Переднюю изоляционную плиту ЭКК вагонов Д и Е всех модификаций протирают в сборе с контактными втулками, осматривают плиту, убеждаются в отсутствии трещин. Шаблоном замеряют внутренние диаметры контактных втулок. Если диаметр превышает установленную норму, втулку выпрессовывают и заменяют новой. Перед ее запрессовкой в изоляционную плиту, если последнюю не заменяют новой, проверяют диаметр отверстия под запрессовку в плите. Контроль производят калибрами. В зависимости от степени разработки отверстия запрессовывают втулку одной из трех возможных ремонтных градаций. Диаметр втулки первой градации (под накатку) составляет 14,3 мм, второй — 14,5, третьей — 15,2 мм. Перед запрессовкой втулки отверстие в плите обрабатывают разверткой соответствующего диаметра.

Вновь изготовленную изоляционную плиту пропитывают в трансформаторном масле при температуре 70—90° в течение 12—16 ч. В новую плиту запрессовывают втулки с диаметром под накатку 14,2 мм.

На ЭКК вагонов 81-й серии изоляционные панели передней части, блока контактных пальцев, а также панели с зажимами проверяют и убеждаются в отсутствии трещин и других дефектов материала. При необходимости заменяют панель новой.

Пружины и стержни подвески ЭКК всех типов промывают, протирают, проверяют на предмет отсутствия внешних дефектов. Контролируют соответствие характеристик пружин чертежным данным, а также диаметр стержней; прогоняют резьбу. При износе и дефектах резьбы заменяют стержень новым.

Перед сборкой ЭКК мегаомметром замеряют сопротивление изоляции контактных пальцев относительно друг друга, а также относительно корпуса и держателя. Сопротивление изоляции должно быть не менее 3 МОм. Замеряют также сопротивление изоляции контактных втулок друг относительно друга и относительно корпуса. В трущиеся места закладывают смазку ЦИАТИМ.

В собранной ЭКК привод должен перемещаться свободно, без заеданий. Шаблоном контролируют выход и утопление контактных пальцев. В крайних положениях контактных пальцев рабочие поверхности плоских контактов должны перекрываться рабочими поверхностями контактных зажимов не менее 75% площади (проверяют визуально).

Правильность внутреннего монтажа контролируют проводкой путем замыкания соответствующих зажимов и контактных пальцев. При этом должна загораться контрольная лампа.

После установки ЭКК на вагон вторично проверяют выход и утопление контактных пальцев, подгоняют запорные тяги на ЭКК с ручным приводом (вагоны Д, Е, Еж, Ем); на ЭКК с пневматическим приводом (вагоны Еж3, Емт, 81-717, 81-714) подгоняют рычаги и тяги, соединяющиеся со штоками пневмоцилиндров (см. ниже):

Внутренний диаметр контактной втулки, мм	$\frac{10{,}0 \div 10{,}2}{8{,}5 \div 8{,}7}$
Диаметр стержня контактного пальца, не менее, мм	$\frac{10{,}2}{8{,}8}$
Выход контактных пальцев относительно передней плоскости ЭКК, мм	$\frac{28 \div 52}{24 \div 32}$
Глубина утопления пальца во втулке при отключенной электрической части, мм	$\frac{58 \div 60}{28 \div 36}$
Расстояние от оси автосцепки до оси верхнего ряда контактов ЭКК, мм	$\frac{217{,}5 \pm 2}{217 \pm 2}$
Диаметр отверстия проушины подвески ЭКК, не более, мм.	$\frac{23}{23}$
Диаметр стержня подвески ЭКК, не менее мм	$\frac{19{,}5}{19.5}$

Примечание. В числителе для ЭКК вагонов Д и Е всех модификаций, в знаменателе для ЭКК вагонов 81-717, 81-714.

Индуктивные шунты. На вагонах Д, Е, Еж, Ем установлен индуктивный шунт ИШ-10, на вагонах Еж3, Емт, 81-717, 81-714 — ИШ-15. При ремонте ИШ снимают изоляцию с соединений катушек, наконечники очищают от замазки. Замеряют омическое сопротивление катушек, а также сопротивление изоляции катушек относительно сердечника. При несоответствии сопротивлеиий номиналу катушки ремонтируют или заменяют новыми.

Разбирают ИШ. Крепежные изделия цинкуют. С сердечника снимают изоляцию из стеклолакоткани; сердечник и боковины очищают от наслоений лака, остатков изоляции и загрязнения. В сердечнике прогоняют резьбовые отверстия. Наконечники выводных концов облуживают, при необходимости заменяют выводные концы новыми. После этого вновь замеряют омическое сопротивление катушки. Последние проверяют, убеждаются в отсутствии межвитковых замыканий и пропитывают в кремнийорганическом лаке. Свободные места межкатушечных соединений заполняют специальной замазкой. Изолируют межкатушечные соединения одним слоем стеклолакоткани ЛСК встык, двумя слоями слюдянистовой ленты ЛСК-СС вполуперекрышу и двумя слоями стеклянной ленты ЛЭС вполуперекрышу. Затем их бандажируют стеклянным шнуром и покрывают кремнийорганической эмалью холодной сушки КО-911.

После ремонта и сборки ИШ замеряют омическое сопротивление каждой группы катушек (две группы по три катушки) и сопротивление изоляции катушек относительно сердечника и боковин.

При КР-2 катушки переизолируют и пропитывают в кремнийорганическом лаке согласно требованиям чертежей.

Заземляющие устройства. Для заземления силовых электрических цепей на вагонах всех типов, эксплуатирующихся на линиях метрополитена, используют заземляющие устройства ЗУМ-1А. Эти устройства протирают обтирочными концами и продувают сжатым воздухом, после чего полностью разбирают. Все металлические детали промывают,

повторно протирают. Крепежные изделия, скобы, обоймы, щеки, оси, валики цинкуют в гальваническом отделении. Повышенное внимание очистке деталей объясняется большой загрязненностью ЗУМа вследствие его близкого расположения к колесной паре. Контролируют состояние держателя, щек; состояние и крепление дистанционной трубки, пальца щеткодержателя, а также состояние изоляции пальца и изоляционных шайб. При наличии дефектов детали бракуют. Затем аналогичным образом проверяют состояние скобы крепления обойм; обойм щеткодержателя; специальной гайки; шпильки подвески ЗУМа; осей; валиков; пружин. Последние испытывают в соответствии с требованиями чертежа. Щетки ЗУМа с шунтами заменяют новыми.

Ниже приводятся нормы допусков и износов на ремонт устройства ЗУМ-1А:

Нажатие щетки, Н . . .	13—16
Высота щетки, не менее, мм	20
Диаметр отверстия обоймы щеткодержателя в месте установки оси, не более, мм . . .	10,3

Электропроводка. При КР-2 все провода и кабели заменяют новыми, при КР-1 осматривают состояние изоляции открытых проводов, состояние и пайку наконечников. Последние в зависимости от их состояния облуживают или перепаивают. На наконечниках не должно быть следов оплавлений, трещин, изломов, уменьшения площадей сечения более 20% и полуды более 25%. Провода прозванивают и убеждаются в отсутствии обрывов.

Состояние изоляции проводов там, где это представляется возможным, проверяют перегибанием их на 180°. При появлении трещины на резиновой изоляции провод подлежит замене новым. При наличии местных повреждений наружного слоя изоляции ее восстанавливают подмоткой изоляционной ленты. Провода с выжженной изоляцией заменяют новыми. Контролируют маркировку проводов, при несоответствии схеме или ее отсутствии устанавливают новую маркировочную бирку. Монтажные шины заменяют при наличии на них трещин, изломов, выгораний, погнутостей и других отступлений от чертежа.

Провода силовых и высоковольтных вспомогательных цепей очищают от изоляции на расстоянии 15—20 мм от наконечника. Изоляцию и оплетку провода у места обреза бандажируют на длине 10—15 мм и окрашивают бандаж асфальтовым лаком. Наконечники с проводами, имеющими обрыв более 10% жил, перепаивают. После ремонта на проводах и кабелях не должно оставаться поврежденной изоляции и верхней оплетки; концы проводов необходимо тщательно зачистить и облудить; подрезка жил и сращивание проводов не допускаются.

§ 49. Испытания, регулировка и настройка аппаратов, проверка пружин

После ремонта электрические аппараты испытывают и регулируют на испытательной станции.

Линейные контакторы. Контролируют раствор и провал контактов, а также поперечное смещение их относительно друг друга. Раствор замеряют шаблоном, нутромером или штангенциркулем. Для измерения провала при отключенном контакторе подвижной контакт отводят от упора и в этом положении измеряют расстояние между контактами. Затем замеряют расстояние между контактами в свободном состоянии контактов при отключенном положении контактора. Разность между данными замерами составит значение провала.

Проверяют правильность внутреннего монтажа ящика с линейными контакторами, при необходимости прозванивают схему.

Производят контроль нажатием блокировочных пальцев. Измерения осуществляют динамометром, приложенным к пластине блок-пальца в месте касания его с медным сегментом блокировочной колодки. Нажатие должно находиться в пределах 10—20 Н.

Ящик с линейными контакторами подключают к воздухопроводу испытательного стенда и открывают кран подачи воздуха. Цилиндры приводов и электромагнитные вентили смазывают слоем масла или эмульсии в местах, где возможна утечка воздуха, убеждаются в отсутствии утечки в узлах.

При включении и отключении контакторов не должно быть трений и заеданий. Гибкие шунты при включенном положении контакторов не должны быть натянуты. Пальцы блокировок необходимо установить на одной линии, а расстояние от края колодок до мест касания блок-пальцев во включенном и отключенном положениях должно быть в пределах норм и допусков.

Нажатие главных контактов при давлении воздуха 50 МПа контролируют динамометром, который приложен к головке болта, крепящего подвижной контакт. Проверку производят при включенном контакторе.

Регулировочные параметры линейных контакторов следующие:

Нажатие силовых контактов при давлении воздуха в цилиндре 50 МПа, Н	570—650
Давление воздуха при полном включении контактов, не более, МПа	38
Минимальное напряжение включения электромагнитного вентиля при давлении воздуха 50 МПа, не более, В	32
Расстояние от места касания блокировочного контакта до края колодки в любом из фиксированных положений, не менее, мм . .	1,5

Мегаомметром контролируют сопротивление изоляции: между неподвижным контактом и корпусом (или стержнем), между подвижным контактом и стержнем, между тягой, изолятором и корпусом сопротивление не должно быть ниже 10 МОм; между сегментами блок-колодок и корпусом, блок-пальцами и корпусом, блок-пальцами и сегментами блок-колодок между собой сопротивление не должно быть ниже 3 мОм.

Электромагнитные вентили. Их испытывают до постановки на аппарат. Проверяют зазор между якорем и сердечником вентиля и ход клапана. Для этого вначале производят контроль расстояния между сердечником и верхним клапаном в нижнем положении последнего, при этом клапан должен быть полностью расположен на седле и при подключении воздуха не должно быть утечки. Затем проверяют расстояние между сердечником и верхним клапаном в верхнем положении последнего. При этом не должна иметь место утечка воздуха под нижний клапан. Ход клапана вычисляют как разность расстояний между сердечником и клапаном в нижнем и верхнем положениях клапана.

Убеждаются в отсутствии магнитного прилипания. Для этого катушку вентиля включают в цепь до срабатывания, затем ток увеличивают в 5 раз. После отключения вентиля якорь должен вернуться в исходное положение. Контроль производят без воздуха путем многократного включения и отключения с выдержкой под током до 2 с.

Проверяют напряжение срабатывания вентиля. Замеряют сопротивление катушки, которое должно соответствовать данным чертежа, а также сопротивление изоляции: обмотка катушки — корпус вентиля. Сопротивление не должно быть ниже 3 МОм.

Электромагнитные контакторы. Они подвергаются испытанию на стенде с панелями до установки последних с контакторами в соответствующий ящик. Панели с контакторами располагают на стенде в рабочем положении.

До подачи иапряжеиия иа подъемиые катушки вручиую проверяют работу коитакторов, при этом все подвижиые части должиы легко перемещаться и ие иметь заеданий. Коитролируют устаиовку дугогасительиых камер, плотиость прилегаиия их полюсов к щекам дугогасительиых катушек. Проверяют параметры, а также сопротивлеиия катушек, которые должиы соответствовать даииым чертежей и обмоточиых записок.

Затем подъемиые катушки коитакторов подключают к испытательиому стеиду. Коитакты коитакторов осматривают и убеждаются в отсутствии залипаиия: включают их в цепь, которую затем размыкают. Если коитрольиая лампа при этом гасиет, залипаиие отсутствует. Миимальиое иапряжеиие включеиия должио быть ие более:

для коитакторов КПД-110, КПП-110 (Р1-5 вагоиов Еж3, Ем-508Т, 81-717, 81-714; К25, РРПЕ, КК, К32 вагоиов Еж3, Ем-508Т; КВП, КВЦ вагоиов 81-717, 71-714) — 45 В;

для коитакторов КПД-113, КПП-113, КПД-121 (КШ1, КШ2, КШ3, КШ4, ТШ, КСБ-1, КСБ-2, ТР1, ТР2, а также Р1-5 вагоиов Е, Еж, Ем-508, Ет-509) — 42 В;

для коитакторов МКИ-150 (КО) — 30 В для включающей катушки. Для отключеиия коитактора МКИ-150 иеобходимо подать иапряжеиие иа отключающую катушку;

для коитакторов ДБ-928 (КВ-1-110 В; КК вагоиов Д, Е, Еж, Ем — 30 В; К32 вагоиов Д, Е — 185 В; К32 вагоиов Еж, Ем, Еж3, Ем-508Т — 70 В).

Кроме коитроля иапряжеиия включеиия, коитакторы заряда № 1 (КЗ-1) проверяют иа иапряжеиие отключения. Его коитролируют сразу после испытаиия коитактора иа включеиие. Оио должио составлять ие менее 32 В.

Групповые переключатели. Электродвигатели привода (см. § 36) и электромагиитиые веитили испытывают отдельио, до устаиовки иа аппарат. В собраииом аппарате проверяют правильиость сборки и четкость работы коитакториых кулачковых элемеитов (§ 38), выверяют зазоры между кулачковыми элемеитами и соседиими кулачковыми шайбами, диаметры приводиых цилиидров и другие параметры, оговорееиые в иормах допусков и изиосов. Прозваиивают схему виутреииего моитажа аппарата и подключают иапряжеиие к электродвигателю или сжатый воздух к пиевмоприводу.

Коитролируют правильиость замыкаиия кулачковых элемеитов при вращеии вала согласио диаграмме замыкаиий, а также хроиометрическое время вращения вала реостатиых коитроллеров по позициям, давлеиие воздуха для действия пиевмоприводов и т. д.

Коитрольиые и регулировочиые параметры групповых переключателей приведеиы в табл. 20.

Нормы допусков и изиосов для заводского ремоита коитроллеров машииисга приведеиы иижe:

Радиальиый изиос кулачковой шайбы иа сторою, ие более, мм.	1
Расстояиие между валиками и осями соседиих кулачковых элементов, ие меиее, мм	2,5
Высота зуба храповика, ие меиее, мм:	
в нулевом положении . . .	7,5/5
в других положеииях . . .	1/7
Вертикальиое смещеиие кулачковых элементов отиосительио кулачковых шайб, ие более, мм . .	1,5
Усилие иа рукоятке главиого барабаиа (для КВ-35), ие более, Н:	
при переходе с позиции «0» иа позиции «Ход» или «Тормоз»	77
иа остальиых позициях . . .	40

Примечание. В числителе для КВ-20, в знаменателе для других контроллеров.

Диаграмма замыкаиий кулачковых элемеитов коитроллеров машииисга должиа соответствовать задаииой.

Автоматические выключатели АВ-1, АВ-8. Перед проверкой тока

Таблица 20

Параметр	Значение параметра для групповых переключателей				
	ПКГ-758	ПКГ-759	ПР-764	ЭКГ-17	ОКГ-36
Минимальиое давлеиие воздуха для действия привода, МПа	38	38	38	—	—
Хроиометрическое время вращеиия вала реостатиого коитроллера до 18-й позицни, с:					
хода	—	—	—	3,1±3,5	2,8±3,2
тормоза	—	—	—	3,8±5,1	2,8±3,2
Мииимальиое иапряжение срабатываиия веитилей при давлеиии воздуха 0,5 МПа, ие более, В	20	36	36	—	—

Примечание. Время вращения вала реостатного контроллера для ПКГ-758 при давлении воздуха 0,5 МПа до 20-й позиции составляет 5,0±6,5 с.

срабатывания автоматического выключателя контролируют соответствие его механических параметров нормам и допускам, приведенным ниже:

Раствор контактов, мм	13—20
Провал коитактов, мм	5—10
Толщина коитакта у пятки, ие менее, мм	8
Нажатие коитактов, Н	90—140
Смещеиие контактов отиосительно друг друга, не более, мм . . .	0,8
Зазор между осью и отверстием в держателе подвижного коитакта, не более, мм	0,3
Зазор между осевыми отверстиями в механизме коитакта, ие более, мм	0,3
Зазор между подвижным контактом и стенками искрогасительной камеры, не меиее, мм	1

После проверки параметров, указанных выше, автоматический выключатель подключают к испытательному стенду и контролируют ток срабатывания, который в зависимости от типа используемой катушки должен находиться в пределах 114—120 А или 50—60 А.

Электромагнитные реле. Испытаиие этих реле, так же как и электромагнитных контакторов, осуществляют на панелях до их установки в соответствующий ящик. Панели устанавливают в положении, соответствующем их расположению на вагоие. Механические параметры, которым должны удовлетворять реле, приводят в табл. 18

Напряжение срабатывания катушек возврата реле перегрузки для вагонов всех типов должно быть не более 45 В. Напряжение срабатывания реле заземления № 1 должно находиться в пределах:

для вагонов Д-169—203 В;

для вагонов 81-717, 81-714—120—180 В;

для вагонов Е и всех его модификаций—203—270 В.

Напряжение срабатывания реле сигнализации (РЗ-2) должно быть не более 45 В для всех типов вагонов.

Для контроля силового тока срабатывания *реле перегрузки* катушки реле подключают к силовым заводам испытательного стенда. Ток срабатывания должен быть в пределах:

для вагонов Д-540—560 А;

для вагонов Е, Еж, Ем—РП1, РП2—450—500 А; РПЛ—900—950 А;

для вагонов Еж3, ЕмТ—РП1, РП2—510—530 А; РПЛ—1020—1050 А;

для вагонов 81-717, 81-714—РПТ, РП2 — 600 — 640 А; РПЛ — 1200 — 1300 А.

Напряжение включения нулевого реле для всех типов вагонов должно составлять 45—48 В, напряжение отключения—15—24 В.

Напряжение включения промежуточного реле не должно превы-

шать 40 В, а реле восстановления — 45 В.

Реле ускорения и торможения (РУТ)Р-52В. Силовые катушки последовательно друг с другом подключают к силовым выводам стенда и, подавая напряжение на них, добиваются срабатывания реле. После этого напряжение постепенно выводят и фиксируют ток отпадения якоря РУТ, который должен быть:

для вагонов Е, Еж, Ем — в пределах 250—260 А;

для вагонов Ежз, Емт — в пределах 260—270 А;

для вагонов 81-717, 81-714 — в пределах 310—330 А.

Затем согласно с силовыми катушками к стенду подсоединяют регулировочную катушку и подают на нее напряжение 65—75 В. После этого увеличивают напряжение силовых катушек до момента срабатывания реле. Затем напряжение на силовых катушках уменьшают и фиксируют ток отпадания якоря, который должен составлять:

для вагонов Е, Еж, Ем—150—180 А;

для вагонов Ежз, Емт—180—190 А.

На следующем этапе в цепь стенда включают авторежимную катушку РУТ и в той же последовательности контролируют ток отпадания якоря, который должен находиться в пределах:

для вагонов Е, Еж, Ем—290—320 А;

для вагонов Ежз, Емт—280—330 А;

для вагонов 81-717, 81-714—400—420 А.

К стенду подключают подъемную катушку и устанавливают в ней ток 2—3 А. В этом случае (при полностью выведенном напряжении в силовых катушках) якорь реле должен оставаться притянутым. Затем ток подъемной катушки уменьшают до значения 1,38 А, якорь реле должен остаться притянутым.

Реле контроля тормозного тока (РКТТ). Для вагонов Ежз и Емт ремонт начинают с подключения силовой катушки к стенду. Ток срабатывания при этом должен находиться в пределах 450—470 А, а ток отпадания —370—390 А. Затем подключают шунтовую катушку и устанавливают в ней напряжение 70—75 В. При этих условиях якорь реле должен притянуться при токе в силовой катушке, равном 370—390 А, а отпасть при 290—320 А.

Ток срабатывания токового реле РТ-2 вагонов Ежз и Емт должен находиться в пределах 190-200 А.

Реле времени; реле перехода; стоп-реле СР1; реле ручного торможения; реле реверсировки. Их контролируют на минимальное напряжение срабатывания, которое не должно превышать 45 В. Выдержку времени реле проверяют по контрольному секундомеру.

Если характеристика какого-либо реле не соответствует нормам допусков и износов, осуществляют его регулировку с помощью регулировочного винта или установки прокладок под сердечник катушки, после чего проводят повторное испытание.

Регулятор давления. Для испытания их подключают к воздухопроводной магистрали стенда. Включение контактов должно происходить при давлении 0,62—0,68 МПа, отключение — при давлении 0,78—0,82 МПа. Остальные контрольные параметры регуляторов давления АК-НБ приведены ниже:

Раствор контактов, мм	5—15
Провал контактов, мм	1—2,5
Нажатие контактов, Н	2—4,5
Толщина серебряного контакта, не менее, мм	0,7

Пускотормозные резисторы. Их контролируют измерительным мостом по ступеням до и после установки на вагон. При измерении до установки на вагон ящики с пускотормозными резисторами соединяют между собой временными перемычками.

Плавкие предохранители. Они проходят проверку на стенде неразрушающего контроля путем подачи на них контрольного значения тока. При этом падение напряжения на предохранителе должно соответствовать указанным ниже значениям:

Номинальный ток предохранителя, А	4,5	8	10	20	30
Падение напряжения на предохранителе, В	0,75±0,05	0,55±0,05	0,25±0,05	0,185±0,05	0,13±0,02

Ящики с электрическими аппаратами. Их контролируют на электрическую прочность на пробивной установке в течение 1 мин переменным током частотой 50 Гц напряжением:

для аппаратов силовой цепи 4000 В;

для аппаратов цепи управления 1500 В.

Пружины. Их проверяют на соответствие характеристикам, заложенным в чертежах, на тарировочных весах МИП-100-2. До контроля характеристик пружины осматривают на предмет обнаружения механических повреждений и проверяют геометрические размеры (диаметр, свободную длину, шаг, число витков и т. д.). Тарировочные весы МИП-100-2 приводятся в действие вручную или с помощью электродвигателя. Шток весов может двигаться вверх или вниз в зависимости от того, на сжатие или растяжение работает пружина. По вертикальной рейке, отградуированной в миллиметрах, определяют значение деформации пружины, а на основной шкале стрелки — значение нагрузки.

§ 50. Монтаж и осмотр электрооборудования, проверка электрических цепей

Отремонтированные электрические аппараты устанавливают и монтируют под вагоном, в кабине машиниста и салоне в соответствии с действующими монтажными схемами и чертежами. При монтаже проводов силовых и высоковольтных вспомогательных цепей применяют только болтовое соединение проводов. Провода цепей управления и низковольтных вспомогательных цепей также в большинстве случаев соединяют болтовым способом. Диаметр болта должен соответствовать диаметру отверстий в наконечниках или диаметру меньшего наконечника при соединении проводов разного сечения. Часть болта, выступающая над гайкой, не должна превышать 2—3 мм.

Вышеописанные соединения обматывают двумя слоями лакоткани, поверх которой накладывают четыре слоя изоляционной ленты вполуперекрышу. Ленту покрывают изоляционной эмалью (или асфальтовым лаком). После изолировки соединений провод плотно прибандажировывают к пучку проводов. Все провода после заводского ремонта должны иметь наконечники.

На рейках с зажимами и ЭКК применяют соединение проводов на жестких изолированных шпильках. На одной шпильке допускается соединение более двух проводов, в то время как под одним болтом производить соединение более двух проводов не допускается.

При ремонте в объеме КР-2 все провода и наконечники заменяют новыми. При ремонте в объеме КР-1 все наконечники облуживают.

После окончания монтажа электрооборудования вагона до опуска его на тележки производят контрольный осмотр оборудования, прозвонку цепей и проверку электрической прочности изоляции. При осмотре необходимо убедиться в полной комплектации электрооборудования вагона, а также в соответствии состояния аппаратов, кондуитов, проводов, кабелей и других элементов электрооборудования тре-

бованиям чертежей, технологических процессов и инструкций.

Контролируют наличие заземления всех минусовых проводов. Прозвонку электрических цепей вагона осуществляют с помощью лампочки напряжением 12 В. Перед проверкой поездных проводов разъединитель цепей управления или автоматические выключатели АК53-1М, соединяющие поездные провода с вагонными, отключают. Главную рукоятку контроллера машиниста ставят в нулевое положение. Все плавкие вставки должны быть вынуты.

Открывают крышки ЭКК автосцепок на лобовой и концевой частях вагона и убеждаются в правильности соединений поездных проводов, а также в отсутствии замыканий проводов между собой, замыканий на корпус и других не предусмотренных схемой соединений.

При убранных контактных пальцах прозванивают соответствующие втулки лобовой и концевой ЭКК, при этом лампочка должна загореться. Затем проверяют ЭКК на предмет отсутствия замыканий, для чего один конец лампочки соединяют с одной из втулок на любой из ЭКК, а другой — с каждой из остальных втулок. Убеждаются в отсутствии замыканий на корпус, присоединяя один конец лампочки к корпусу вагона, а другой — поочередно к каждой из втулок на любой ЭКК. В обоих случаях лампочка должна оставаться незажженной.

§ 51. Испытания и настройка оборудования вагона после ремонта

После окончания ремонта и сборвсех узлов вагона, предварительной проверки электрической схемы вагона и электрической прочности изоляции вагон проходит окончательное испытание — обмотку на специальном обкаточном стенде. Программа обкатки включает: контроль работы силовой электрической схемы вагона в тяговом и тормозном режимах; проверку взаимодействия и работы колесных пар; тяговых электродвигателей, тяговой зубчатой передачи, карданных муфт в режимах холостого хода, а также контроль работы пневматического и ручного тормозов.

Обкаточный стенд состоит из восьми гидродомкратов, расположенных попарно по сторонам смотровой канавы, гидравлических станций и системы, пульта управления стендом, силового шкафа, переносного кабеля с наконечниками. В каждой паре один домкрат является неподвижным, второй имеет горизонтальное перемещение вдоль пути, которое осуществляют вручную. Общая грузоподъемность стенда 60 т. Обкаточное напряжение поступает с силового шкафа на колонку и далее на вагон с помощью переносного кабеля с наконечниками.

Вагон подают на обкаточный стенд и размещают по разметке и гидравлическим фиксаторам, фиксирующим домкраты в рабочем положении на пути. Подвижные домкраты путем перемещения вдоль пути устанавливают в положение, соответствующее типу испытываемого вагона. Последний затормаживают ручным тормозом (блок-тормозом) и заземляют, подключая к раме вагона провод от контура заземления. Минусовой провод обкаточного стенда соединяют с вагонным заземляющим устройством моторов (ЗУМом). Проверяют наличие шунтов между рамой вагона и тележками.

Осуществляют электрическое соединение между собой блокировочных контактов нулевого реле на ящике ЯР-10 (вагон Д) или ПР-13 (остальные типы вагонов). Контролируют комплектность плавких вставок на ящиках с высоковольтными и низковольтными предохранителями, а также комплектность и правильность установки автоматических выключателей АК63-1М (вагоны 81-717, 81-714). Автоматические выключатели ЯК63-1М ставят во включенное положение.

Главный разъединитель, разъединитель цепей управления, выключатели батареи и управления, автоматический выключатель АВ-8 (АВ-1) вспомогательных цепей первоначально должны быть выключены. Спускные краны всех резервуаров закрывают, перекрывают краны двойной тяги и концевые. Затем подают на вагон сжатый воздух от заводской магистрали, открывают концевой кран напорной магистрали вагона и заряжают ее до рабочего давления 65—90 МПа. Ручной тормоз отпускают. Плюсовой провод обкаточного стенда подключают к токоприемнику.

На силовом шкафу включают рубильник подачи обкаточного напряжения. Переключатель режима работы на пульте управления стенда устанавливают в положение «Подъем вагона». Нажав кнопку «Подъем вагона», добиваются, чтобы вагон был поднят гидродомкратами до упора. Затем нажатием кнопки «Зажим» заводят фиксаторы под упоры домкратов. После нажатия кнопки «Спуск» домкраты своими упорами опускаются на фиксаторы. После этого переключатель режима работы устанавливают в положение «0». Заряжают тормозную магистраль (51 ± 1МПа), производят пробное торможение и отпускают тормоза краном машиниста.

Включают главный разъединитель цепей управления, выключатель батареи, после чего переключатель режима работы на пульте управления стенда ставят в положение «Обкатка». Нажатием на кнопки «Обкатка включена» на вагон подают напряжение 180 В постоянного тока. Включают выключатель управления на вагоне.

Реверсивную рукоятку контроллера машиниста устанавливают в положение «Вперед», а главную — в первое ходовое положение. Проверяют направление вращения колесных пар. Через 10—15 с ставят главную рукоятку контроллера машиниста в положение «Ход-2», при этом частота вращения колесных пар должна возрасти. По истечении еще 10—15 с главную рукоятку контроллера машиниста устанавливают в положение «Ход-3» и в дальнейшем переводят ее на положении «Ход-3» в «Нулевое» и обратно, поддерживая частоту вращения колесных пар в пределах 200—500 об/мин. Обкатку вагона в ходовом (тяговом) режиме ведут в течение 15 мин.

Из положения «Ход-3» последовательно переводят главную рукоятку контроллера машиниста в положения «0», «Тормоз-1», «Тормоз-1А», «Тормоз-2» с выдержкой между положениями 1,5—2 с. При этом контролируют эффективность электрического торможения и своевременность срабатывания вентиля № 1 прибора замещения. После остановки колесных пар главную рукоятку контроллера машиниста переводят в положение «0», затем — «Ход-3» и разгоняют таким образом колесные пары до частоты вращения 500 об/мин. Затем после перевода рукоятки в положение «0» выполняют ручное торможение: попеременно переставляют рукоятку контроллера машиниста в положение «Тормоз-1, «Тормоз-1А» и обратно. Когда частота вращения колесных пар снизится до 50—100 об/мин, рукоятку переводят в положение «Тормоз-2», контролируют торможение колесных пар от вентиля замещения и переводят рукоятку в положение «0».

Затем реверсивную рукоятку контроллера машиниста устанавливают в положение «Назад», после чего повторяют испытания на «Ход» и на «Тормоз», проверив изменение вращения всех колесных пар.

В процессе обкатки вагона на стенде наблюдают за работой всех вращающихся частей и прослушивают их (буксы колесных пар, тяговые редукторы, карданные муф-

ты, тяговые электродвигатели). При возникновении повышенного шума, скрежета, ударов обкатку прекращают для выявления и устранения причин ненормальной работы. Контролируют работу электрических аппаратов.

После окончания обкатки выключают вагонный выключатель управления, снимают с вагона обкаточное напряжение, отключают заводскую воздушную магистраль, а также главный разъединитель, автоматический выключатель вспомогательных цепей, выключатель батареи, разъединитель цепей управления. Вагон поднимают на гидродомкратах, выводят из-под домкратов фиксаторы, опускают вагон на рельсы. Пульт управления стендом выключают.

Проверяют нагрев букс, редукторов, карданных муфт, крышек подшипников тяговых двигателей. Убеждаются в отсутствии течей смазки из карданных муфт и корпусов редуктора.

О производстве и результатах обкатки делают записи в журнале обкатки, в случае положительных результатов вагон считают выпущенным из ремонта.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Опишите схему технологии заводского ремонта электрической аппаратуры.
2. Что такое втулочный ремонт изоляторов кулачковых элементов?
3. Как проверяют контакты кулачковых элементов силовой цепи?
4. Как восстанавливают изношенные цилиндры и поршни пневмоприводов групповых переключателей?
5. Какие детали пневмоприводов контролируют на магнитном дефектоскопе?
6. Как ремонтируют кулачковые барабаны?
7. По каким признакам судят о правильности сборки контроллера машиниста?
8. Как производят переборку элементов пускотормозных резисторов?
9. Как наносят эмаль на трубчатые резисторы?
10. Как проверяют прямую и обратную проводимости диодов?
11. Как производят ремонт реле?
12. Как изготавливают новую катушку?
13. Как выполняют новую плавкую вставку?
14. Опишите процесс ремонта электропневматических контакторов.
15. Расскажите о порядке ремонта электромагнитных вентилей.
16. Как ремонтируют электромагнитные контакторы?
17. Какие детали токоприемника проверяют на дефектоскопе?
18. Как восстанавливают башмаки токоприемников?
19. Опишите порядок ремонта патронов и фар.
20. Как ремонтируют люминесцентные светильники?
21. Как ремонтируют пульты машиниста?
22. Какие работы производят при ремонте выключателей ВУ22-2 и ВУ22-4?
23. Как ремонтируют регуляторы давления?
24. Как изготавливают гибкие шунты?
25. Опишите процесс ревизии блоков БС-29, БУ-13 и БПСН-5.
26. Как ремонтируют контактные пальцы ЭКК?
27. Как поступают при износе отверстий передней изоляционной плиты ЭКК?
28. Каким образом проверяют правильность внутреннего монтажа ЭКК?
29. Расскажите о ремонте электропроводки.
30. Расскажите об испытаниях линейных и электромагнитных контакторов, реле.
31. Как производит неразрушающий контроль плавких предохранителей?
32. Как соединяют провода силовых и вспомогательных цепей?
33. Как осуществляют прозвонку проводов на вагоне?
34. Что включает в себя обкатка вагонов?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сооружения, устройства и подвижной состав метрополитена/А. С. Бакулин, К. И. Кудринская, П. А. Куп и др. М.: Транспорт, 1979. 236 с.

2. Вагон метрополитена. Руководство по ремонту. М.: Транспорт, 1988. 103 с.

3. Захаров Б. В., Киреев В. С., Юдин Д. Я. Толковый словарь по машиностроению. М.: Русский язык, 1987. 300 с.

4. Инструкция по осмотру, освидетельствованию, ремонту и формированию колесных пар электропоездов метрополитена. М.: Транспорт, 1980. 95 с.

5. Ремонт электровозов и электропоездов/В. М. Находкин, А. Г. Хрисанов и др. М.: Транспорт, 1981. 360 с.

6. Правила ремонта и технического обслуживания тяговых и вспомогательных электрических машин моторвагонного подвижного состава метрополитенов. М.: Транспорт, 1982. 48 с.

7. Правила текущего ремонта и технического обслуживания моторвагонного подвижного состава метрополитена. М.: Транспорт, 1980. 86 с.

8. Рубцов А. А. Управление производством на заводах по ремонту подвижного состава железных дорог. М.: Транспорт, 1988. 260 с.

9. Сементовский Э. А., Севастьянов Н. С., Иткинсон В. А. Техническое обслуживание и ремонт подвижного состава метрополитенов. М.: Транспорт, 1987. 339 с.

10. Тихменев Б. Н., Трахтман Л. М. Подвижной состав электрифицированных железных дорог. М.: Транспорт, 1980. 470 с.

11. Подвижной состав метрополитена/Г. В. Федоров, С. М. Мизинов, В. В. Малеев и др. М.: Транспорт, 1968. 470 с.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Указатель построен по принципу использования ключевого слова, означающего общее понятие: «Контакт», «Контроллер», «Устройство». Определение к этому слову ставится, как правило, после него, например: «Контакт блокировочный», «Контроллер групповой реостатный» и т. д. Однако устойчивые сочетания даются без инверсии: «Карданная муфта», «Колесная пара», «Плавкая вставка» и т. д.

Если сведения о предмете (понятии), определяемом данным термином, приведены на нескольких следующих одна за другой страницах, то ссылка на страницы дается в виде, например, 11—12.

В указателе не даны ссылки на термины, входящие в названии глав и параграфов, так как при необходимости сведения, содержащиеся в этих названиях, легко найти, пользуясь оглавлением.

А

Автосцепка 69
Агрегат 188
Аккумулятор щелочной 95
Амортизатор гидравлический 44
Аппараты вспомогательной цепи 96—97
— защиты 111—112
— силовой цепи 96—97

Б

База вагона 16
Балансировка динамическая 269
Бандаж 28
Бандажировка временная 268
Барабан кулачковый 288
Батарея аккумуляторная 94
Башмак токоприемника 97
Безопасность движения поездов 169
Блок питания собственных нужд БПСН-5У2 112
— управления тиристорного регулятора 153, 315
Блок-тормоз 62
Блокировка дверная 314
Брус токоприемника 97
Буксовый узел колесной пары 32—33

В

Вагон метрополитена 9
— — перспективный 13
— — типа А, Г, Д, Е 10
— — — $Е_{ма}$, $Е_{мх}$, $Е_{м}$ 11
— — — $Е_{ж}$, $Е_{ж1}$, $Е_{в}$ 12
— — — 81-717 12
— — зарубежного производства 13
Вал тягового двигателя 85
Вентиль электромагнитный включающий 107
— электромагиитный 304
Вентилятор 84
Весы тарировочные 325
Вентиляция вагона метрополитена 62
Вкладыш резинометаллический колесной пары 29, 241
Вогнутость роликов 244
Выключатели цепей управления 109
Выключатель автоматический 98, 301, 322
— кнопочиый 108
— конечный 314
— пакетный 108

Г

Гаситель колебаний гидравлический 38, 41, 44, 224
Гидроамортизатор см. Гаситель колебаний гидравлический
Головка автосцепки 70
График оборота ЭПС 171
Гребенка башмака 307

Д

Двери 65
Держатель башмака 307
Диагностика ЭПС 188
Диаграмма пускотормозная вагона 81-717 116
— — — Е 151
Диаметр якоря электродвигателя ДК-104 85
— — — ДК-108 85
— — — ДК-116 85
— — — ДК-117 85
Диваны 67
Диск фрикционный 287

З

Замок крышки люка 90
Замыкание короткое 249
— межламельное 266
— межвитковое 253
— катушки электродвигателя 253
— обмотки якоря 268
Зажим электроконтактной коробки 318
Запас узлов и деталей оборотный 202
— — — переходящий 202
— — — технологический 202
Зацепление зубчатой передачи 29, 240
Защита цепей вагона Еж3 147
Зубомер 235
Зубчатая передача 29—30
Зубчатое колесо 30

И

Изготовление катушки электроаппарата 299
Изоляция витковая 82
— корпусная 82, 92
— катушки якоря тягового электродвигателя 82
— обмотки от сердечника якоря электродвигателя 92
— покровная 82
Инвертор 112
Испытания мотор-компрессоров 280
— электродвигателей 276
— — приводов электроаппаратов 281

К

Калибр для проверки гнезда корпуса щеткодержателя 258
Камера дугогасительная 304
— очистки вагонов 192
— сушильная колесных пар 240
Карданная муфта 52—55
Катушки главного полюса 77
— добавочного полюса 253
— электроаппаратов 297
— якоря 81
Клапан вентиля 321
Класс изоляции главных и добавочных полюсов 79
— коммутации 276
Классификация нарушений безопасности подвижного состава 170
Клица 300
Ключ тиристорный 156
Кнопка управления 163, 311
Колесная пара вагона Д 24
— — — Е 25
— — подрезиненная 23—24
— — цельнокатаная 24—25
Колесный центр подрезиненного колеса 27—28
— — с удлиненной ступицей 27
Коллектор двигателя 73, 82
Колонка ручного тормоза 61
Коммутация двигателя 78
Комплект пускотормозных резисторов 292—294
Контакт блокировочный 306, 326
— плоский 318
Контактор линейный 98
— электромагнитный 98, 99, 302
Контроллер групповой реостатный РК 95
— групповой ЭКГ-17Б 99
— машиниста 107
— реостатный 95
Конусность роликов 244
Кооперация производства при ремонте 201
Коробка предохранителя 111
Корпус буксы 33—34
Коэффициент использования вагона 174
— полезного действия электродвигателя ДК-104 74
— — — — ДК-108 74
— — — — ДК-116 74
— — — — ДК-117 74
Кронштейн щеткодержателя 86
Крышка подшипниковая 90
Кулачок муфты карданный 53, 225

Л

Линия поточная ремонта рам тележек 220
Лист главиого полюса тягового двигателя 76
— полюсной электродвигателя ПЛ-07293
— якорный тягового двигателя 80
Люк коллекторный 90

М

Манипулятор для сборки колес 235
Маршрут движения электропоезда концевой 172
— — — нулевой 173
Метод организации ремонта поточный 203
— — — поточно-конвейерный 203
— — — стационарный 202
— — — — крупноагрегатный 202
— накатки 25
Метрополитен 8
Механизмы блокировки дверей 66
— сцепления автосцепки 70
Мост измерительный 281
Мотодепо 166

Мотор-компрессор 90
Мощность часового режима электродвигателя ДК-104 74
— — — — ДК-108 74
— — — — ДК-116 74
— — — — ДК-117 74

Н

Надежность 3
Нажатие конечное 286
— начальное 286
Наплавка деталей 223
Напряжение на зажимах электродвигателя ДК-104 74
— — — — ДК-108 74
— — — — ДК-116 74
— — — — ДК-117 74

О

Обмотка главный полюсов 76
— добавочных полюсов 78
— якоря 80
Обслуживание техническое ТО-1 176—179
— — ТО-2 176—180
— — ТО-3 176—181
Окна 66, 215
Опора 44
Оправка для продорожкн коллектора 269
Опрессовка катушек полюсов электродвигателей 254
Организация планирования и управления производством 207
Организационная структура депо 167
Освидетельствование колесной пары полное 232
Остов тягового электродвигателя 74
Осциллограф 316
Ось колесной пары нормальная 26
— — — усиленная 26
— щеткодержателя 87
Очнстка деталей электроаппаратов 283

П

Палец нажимной щеткодержателя 87
Парк электроподвижного состава инвентарный 167
— — — неэксплуатируемый 167
— — — эксплуатируемый 167
Паспорт техиический вагона 187
Патрон арматуры освещения 310
Патрубок вентиляционный тягового двнгателя 90
Передача зубчатая 29
Переключатель пакетно-кулачковый (ПКП) 312
— положений 100
Плавкая вставка 300
Планировка технологическая ремонтного завода 204
Пластины коллекторные 82
Поводок колесной пары 36
Подвешивание буксовое шпнитонное 23
— дверное 65—66
— буксовое 35
— центральное рессорное 40—41
Подстанция совмещенная тягово-понизнтельная (СТП) 8
Подшипники роликовые 32
— якорные 269
Подшипниковые щиты см. щит подшипниковый
Полюс тягового двигателя главный 75
— — — добавочный 78
Поручни вагона 68
Последовательность ремонтных работ на конвейере 207
Предохранитель 111
Привод группового переключателя электродвигательный 287
— — — электропневматнческий 285
Пробег вагона 174
Провал контактов 286
Провод выводной 77
— контактный 3
Профиль бандажа колесной пары 23
— катания колесной пары 28, 142
Пружины 325
Пульт машиниста 311
— управления 311
Пункты восстановительных средств 166, 193
— линейные локомотивных бригад 166
— технического осмотра 166
Пускотормозная диаграмма вагона 81-717 116
— — — Е 151

Р

Работа вагонов по системе многих единнц (СМЕ) 159
Разбег аксиальный 274
Разномерность роликов 244
Разъединитель главный 97
— цепей управления 289
Разъем штепсельный (ШР) 311
Рама кузова 63
— тележки 220—222
Рассеиватель люминесцентного светильника 310
Раствор контактов 286
Реверсор электропневматический 100
Регулятор давления компрессора 109, 313
Редуктор главного переключателя 287
— колесной пары 29
Режим маневровый 154
— тормозной 118, 150
— тяговыый 113, 147
Резервное управление поездом 160
Резистор ослабления возбуждения 105
— пускотормозной 105
Реле времени 102, 104
— защиты 102
— контроля тормозного тока 103
— — заряда аккумуляторной батареи 104
— нулевое 101
— напряжения 102
— перегрузки 102, 104
— реверсирования 104
— управления 102
— ускорения и торможения 102—103
— электромагнитные 295
Рельс контактный 5
Ремонт башмака токоприемника 307
— подвнжного состава внеплановый 186
— — — капитальный 176, 184
— — — текущий 176, 182
Ремонтная центрирующая шайба карданной муфты 226

С

Сварка обмотки якоря в коллекторе 269
Светильннк люминесцентный 310
Секция подвижного состава 9
Сердечник полюса тягового двигателя 74
— якоря мотор-компрессора 91
Сигнализация 125—126
Система магнитная 251
Скорость движения техническая 173
— — — эксплуатационная 173
Соединение межкатушечное электродвигателя 254
Сопротивление изоляции на вагоне 295
— катушек омическое 250
Специализация ремонтного пронзводства 201
Способы обслуживания поездов 174
Средства моющие для очистки агрегатов и деталей 219
Станция испытаний тяговых электродвигателей 275
Силовые цепн 113—118
Стеид обкаточный 326
Стендовые испытания вагона 326
Стоп-реле 137, 298
Схема резервного управления 160
— соединений обмоток тягового двигателя 74

Т

Тележка вагона 219—220
Тип обмотки 85
Ток часового режима электродвигателя ДК-104 74
— — — — ДК-108 74
— — — — ДК-116 74
— — — — ДК-117 74
Токоприемник рельсовый 96, 307
Тормоз ручной 54, 61, 216
Трубка фибровая 301
Тяга реактивная 21, 48, 50
Тяговый электродвигатель ДК-108 75

У

Узел буксовый 32
— крепления корпуса редуктора к подвеске 51
Уплотнение раздвижных дверей 65—66
— стекла вагона 68
Уравнитель тягового электродвигателя ДК-117 81
Уровень вибрации 276
Устройство заземляющее 319
— предохранительное комплексное тележки 22, 46
Участок ремонтный электродепо подъемного ремонта 195
— поездных устройств автоматики 197
— ремонтно-строительный 198

Ф

Формовка головок катушек электродвигателя 263
— коллектора якоря динамическая 266

Х

Характернстики технические вагона метрополитена 15
Хомут для стяжки коллекторов тяговых двигателей 261
Храповик контроллера машиниста 290

Ц

Центральный диск 28
Цепь аварийного освещения 145
— вспомогательная 113, 126
— высокого напряжения 141
— звонковой сигнализации 145—146
— красных и белых фар 144
— низкого напряжения 142
— подзаряда 142
— радиофикации 145
— резервного управления 141, 146
— силовая 113, 127, 147
— управления 113, 120, 152

Ч

Чалка для транспортировки якоря 251
Частота вращения вала якоря тягового электродвигателя 277
— — часового режима электродвигателя ДК-104 74
— — — — — ДК-108 74
— — — — — ДК-116 74
— — — — — ДК-117 74
Число главных полюсов 79
— добавочных полюсов 79
— пазов 85
— сторон секций в пазу 85
Число зубьев зубчатого колеса 29
— — шестерни 29

Ш

Шаблон для измерения ширины и высоты пазовой части секции электродвигателя 263
— — проверки гнезда реверсивной рукоятки 291
— и контршаблон 264
Шаг по коллектору 85, 94
— — пазам 85, 94
— уравнительных соединений 85
Шайба кулачковая 288
Штангенрейсмас 265
Шунт индуктивный 104

Щ

Щетка ДК-117 88
Щеткодержатель тягового электродвигателя 79, 86
— с кронштейном 86
Щит подшипниковый электродвигателя 89
Щуп для замера зазоров 274

Э

Электродепо оборотное 166, 168
— основное 166, 167, 190
Электродвигатель привода групповых переключателей 93—94
— привода мотор-компрессоров 90—93
— тяговый 73
Электроконтактная коробка 71, 316
Электропечь 313
Элемент кулачковый 99

Я

Якорь двигателя 79
Якорные подшипники 89
Ящик с резисторами 293

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3

Глава 1

Общие сведения об электрической тяге и метрополитенах

§ 1. Электрическая тяга 4
§ 2. Метрополитены 8

Глава 2

Механическое оборудование

§ 3. Рама тележки 18
§ 4. Колесная пара и зубчатая передача 23
§ 5. Букса и буксовое подвешивание 31
§ 6. Центральное подвешивание . . 40
§ 7. Подвешивание тяговых электродвигателей и редуктора 46
§ 8. Карданная муфта 52
§ 9. Тормозная рычажная передача . . . 56
§ 10. Кузов и его узлы 63
§ 11. Внутривагонное оборудование, двери, вентиляция 64
§ 12. Автосцепка и ее узлы 69

Глава 3

Электрическое оборудование

§ 13. Тяговые и вспомогательные электродвигатели 73
§ 14. Аккумуляторная батарея 94
§ 15. Электрическая аппаратура . . . 95
§ 16. Электрические схемы электрооборудования вагона Е 113
§ 17. Электрические схемы электрооборудования вагона Еж3 127
§ 18. Электрические схемы электрооборудования вагонов 81-714, 81-717 147

Глава 4

Организация технического обслуживания и ремонта электропоездов

§ 19. Виды технического обслуживания и ремонта 166
§ 20. Организация технического обслуживания и ремонта в электродепо 178
§ 21. Организация ремонта на заводах 200
§ 22. Охрана труда при техническом обслуживании и ремонте 208

Глава 5

Ремонт механического оборудования

§ 23. Кузов 213
§ 24. Автосцепка 217
§ 25. Тележка 219
§ 26. Колесная пара и редуктор . . 231
§ 27. Магнитная и ультразвуковая дефектоскопии 245

Глава 6

Ремонт электрических машин

§ 28. Общие сведения 249
§ 29. Доремонтные испытания, очистка и разборка тяговых электродвигателей 250
§ 30. Остовы, главные и добавочные полюса, подшипниковые щиты и крышки 252
§ 31. Щеткодержатели и их кронштейны 258
§ 32. Якорь 259
§ 33. Пропитка и сушка 270
§ 34. Сборка и испытания 273
§ 35. Электродвигатели мотор-компрессоров 278
§ 36. Электродвигатели приводов групповых переключателей 281

Глава 7

Ремонт электрических аппаратов

§ 37. Общие сведения 283
§ 38. Групповые переключатели . . . 284
§ 39. Контроллеры машиниста 289
§ 40. Резисторы и панели с диодами 292
§ 41. Реле и аппараты защиты, катушки 295
§ 42. Ящики с индивидуальными контакторами и электромагнитные вентили 302
§ 43. Рельсовые токоприемники, главные разъединители 307
§ 44. Светильники и арматура освещения 308
§ 45. Пульты машиниста, измерительные приборы, кнопки, тумблеры, выключатели, переключатели . 311
§ 46. Регуляторы давления, электропечи, соединительные коробки, шунты, дверные блокировки, конечные выключатели 313
§ 47. Ревизия и испытания тиристорных регуляторов ослабления возбуждения и блоков питания собственных нужд 315
§ 48. Межвагонные соединения, индуктивные шунты, заземляющие устройства и электропроводка . . 316
§ 49. Испытания, регулировка и настройка аппаратов, проверка пружин 320
§ 50. Монтаж и осмотр электрооборудования, проверка электрических цепей 325
§ 51. Испытания и настройка оборудования вагона после ремонта . . 326
Список использованной литературы . . 329
Предметный указатель 330

Учебник

Сементовский Эрнест Александрович,
Богданов Александр Александрович,
Гусев Владимир Сергеевич,
Могильнер Юрий Яковлевич

УСТРОЙСТВО И РЕМОНТ ЭЛЕКТРОПОЕЗДОВ МЕТРОПОЛИТЕНА

Предметный указатель составил *Э А Сементовский*
Технический редактор *Т А Захарова, М А Ройтман*
Корректор-вычитчик *Н А Лобунцова*
Корректор *И А Попова*
ИБ № 4599

Сдано в набор 26 03 90 Подписано в печать 17 04 91 Формат $70\times100^{1}/_{16}$
Бум офс № 2 Гарнитура литературная Офсетная печать Усл печ л 27,3
Усл кр -отт 27,3 Уч -изд л 29,45 Тираж 3000 экз Заказ 154 Цена 2 р 80 к
Изд № 1-1-3/4 № 5648
Ордена «Знак Почета» издательство «ТРАНСПОРТ», 103064, Москва, Басманный туп , 6а

Московская типография № 4 Государственного комитета по печати СССР
129041, Москва, Б Переяславская, 46